ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JANVIER 1950.

PRÉSIDENCE DE M. GASTON JULIA.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Denis Brocq-Rousseu**, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, survenu à Paris, le 22 janvier 1950.

LOGIQUE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelles remarques sur le problème de la règle des signes*. Note (*) de M. **Dimitri Riabouchinsky**.

1. Dans la règle des signes de la multiplication des nombres relatifs

$$(1)\qquad (+)(+)=(-)(-)=+,\qquad (+)(-)=(-)(+)=-,$$

et dans la définition de la *valeur absolue* d'un nombre comme nombre positif,

$$(2)\qquad |\pm 1|=1=+1,$$

le signe + joue un rôle privilégié, ce qui semble contredire le principe de Kant de la relativité des nombres positifs et négatifs. Il était donc naturel d'admettre que la règle

$$(3)\qquad (+)(+)=(-)(-)=-,\qquad (+)(-)=(-)(+)=+$$

et la définition de la valeur absolue d'un nombre

$$(4)\qquad |\pm 1|=1=-1$$

sont également logiquement admissibles. Nous avons vu ([1]) qu'il en est effectivement ainsi.

Considérons comme exemple la réduction de l'addition de plusieurs

---

(*) Séance du 16 janvier 1950.

([1]) *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 535-537; **229**, 1949, p. 1178.

nombres égaux à une multiplication. La règle de l'Arithmétique donne

$$5+5+5=3.5=15,$$

les règles (1) et (2)

$$+5+5+5=+3.+5=+15, \qquad -5-5-5=+3.-5=-15$$

et les règles (3) et (4)

$$+5+5+5=-3.+5=+15, \qquad -5-5-5=-3.-5=-15.$$

Les règles de signes (1), (2) et (3), (4) conduisent à des résultats identiques.

Contrairement au problème de la règle des signes dans la multiplication, qui admet deux solutions pouvant être choisies arbitrairement, le problème des additions et soustractions directes des nombres relatifs n'a qu'une solution unique. Cela tient à ce que dans cette solution les signes *plus* et *moins* figurent simultanément comme symboles des opérations d'addition et de soustraction et comme signes distinctifs des nombres relatifs, ces derniers sous une forme compatible avec le principe de Kant.

Soit A tout nombre absolu, non affecté de signe; on a

$$(5) \qquad A-A=0, \qquad 0+A-A=0.$$

Admettons, en appliquant le principe de la permanence des formes opératoires, que les égalités (5) continuent à être exactes, lorsqu'on substitue à A un nombre relatif $R=+A$ ou $R=-A$,

$$(6) \qquad (+A)-(+A)=0, \qquad (-A)-(-A)=0,$$

$$(7) \qquad +(+A)-(+A)=0, \qquad +(-A)-(-A)=0.$$

En transformant les égalités (6), en tenant compte des égalités (7) et de la deuxième des égalités (5), il vient

$$(8) \quad -(+A)=-A, \qquad -(-A)=+A, \qquad +(+A)=+A, \qquad +(-A)=-A.$$

Si l'on substitue dans ce système d'égalités $-A$ à chaque $+A$ et $+A$ à chaque $-A$, ce système reste identique à lui-même, ce qui démontre sa compatibilité avec le principe de Kant.

2. Pour préciser l'application de la deuxième règle des signes en géométrie analytique, démontrons, en la généralisant, une remarque que nous avons faite précédemment [1].

Théorème. — *Deux fonctions continues de n variables, qui ne diffèrent l'une de l'autre que par le signe de toutes les variables, et auxquelles on applique respectivement la première et la seconde règle des signes, représentent dans un espace à n dimensions des lieux géométriques symétriques par rapport à l'origine des axes de coordonnées et, par conséquent, dans deux espaces dont le sens positif des axes de l'un est opposé à celui de l'autre, des lieux géométriques identiques.*

Il résulte du théorème de Weierstrass et Lebesgue que *toute* fonction continue dans un intervalle donné peut être représentée par une série uniformément convergente de polynomes dans cet intervalle.

Soient a_i le paramètre de l'un quelconque des termes T_i de l'un des polynomes figurant dans la première des fonctions considérées, $x_1, x_2, \ldots, x_n$ les variables et $A_i, X_1, X_2, \ldots, X_n$ les valeurs numériques du paramètre et des variables. Admettons que parmi ces n variables p ont le même signe et les $n-p$ autres, le signe contraire

$$a_i = \pm A_i, \quad x_1 = \pm X_1, \quad \ldots, \quad x_p = \pm X_p,$$
$$x_{p+1} = \mp X_{p+1}, \quad \ldots, \quad x_n = \mp X_n.$$

Le terme T_i peut être exprimé dans ces conditions comme suit

$$T_i = A_i X_1^{\alpha_1} \ldots X_p^{\alpha_p} X_{p+1}^{\beta_1} \ldots X_n^{\beta_{n-p}} (\pm)^{1+B} (\mp)^{C}, \qquad B = \alpha_1 + \ldots + \alpha_p, \qquad C = \beta_1 + \ldots + \beta_{n-p},$$

et le terme correspondant T'_i de la deuxième fonction, qui ne se distingue du terme T_i que par le signe de chacune des variables, se présentera alors sous la forme

$$T'_i = A_i X_1^{\alpha_1} \ldots X_p^{\alpha_p} X_{p+1}^{\beta_1} \ldots X_n^{\beta_{n-p}} (\mp)^{B} (\pm)^{1+C}.$$

Il nous reste à démontrer que, les termes T_i et T'_i étant soumis respectivement aux règles des signes (1) et (3), on a $T_i = T'_i$, quels que soient les valeurs et les signes des nombres entiers B et C.

Avec la règle des signes (1), on a respectivement pour des exposants pairs et impairs $(\pm)^{2n} = +$, $(\pm)^{2n+1} = \pm$ et, avec la règle des signes (3), $(\pm)^{2n} = -$, $(\pm)^{2n+1} = \pm$. En effectuant le calcul, on trouve les résultats consignés dans le tableau ci-dessous. Les données des colonnes 3 et 4 ont été obtenues en appliquant respectivement les règles des signes (1) et (3).

B.	C.	$(\pm)^{1+B}(\mp)^{C}$.	$(\mp)^{B}(\pm)^{1+C}$.
Pair	Pair	$(\pm)$	$(\pm)$
Impair	Impair	$(\mp)$	$(\mp)$
Pair	Impair	$-$	$-$
Impair	Pair	$+$	$+$

Les termes T_i et T'_i sont donc effectivement égaux, et ce résultat, obtenu pour l'un quelconque des termes des polynomes, s'étend nécessairement à tous les autres termes de ces fonctions. C. Q. F. D.

3. Comme nous l'avons mis en évidence dans la Note précitée ([1]), si l'une des deux unités $+1 = +\sqrt{+1}$ ou $+1 = +\sqrt{-1}$ est considérée comme réelle, l'autre est imaginaire et *vice versa*. Il en est de même des unités définies par les *équations d'origine* $+1 = +\overline{|+1}$ ou $+1 = -\overline{|-1}$ ([2]). Ces résultats me paraissent importants, car ils donnent une justification logique au tracé des

([2]) *Comptes rendus*, 225, 1947, p. 1104-1106.

courbes dites imaginaires, complétant les courbes réelles sur le plan cartésien, en admettant que les imaginaires $+\sqrt{-1}$ et $-\sqrt{-1}$ ont comme valeur numérique l'unité, tout en restant soumises aux règles de calcul qui leur sont propres.

Ce procédé, en ce qui concerne l'imaginaire $\sqrt{-1}$, mais sans justification logique satisfaisante, a été envisagé par Chasles dans ses *Aperçus historiques sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie* (1837), par Poncelet dans son *Traité des propriétés projectives des figures* (1822), et a fait l'objet de nombreuses recherches de Maximilien Marie exposées dans les trois volumes de sa *Théorie des fonctions de variables complexes* (1874-1876). Le grand prestige de Cauchy, qui n'admettait pas qu'on puisse « dire ce que signifie ce prétendu signe $(\sqrt{-1})$, ni quel sens on doit lui attribuer », détermina l'abandon et l'oubli de ces tentatives et recherches. Les nouvelles considérations sur lesquelles j'ai attiré l'attention contribueront, peut-être, au revirement de l'appréciation de cette méthode.

M. **Louis de Broglie** dépose sur le Bureau de l'Académie un Ouvrage de M. Georges Guinier intitulé : *Éléments de physique moderne théorique*. I. *Mécanique ondulatoire*, dont il a écrit la *Préface*.

M. **Charles Camichel** fait hommage d'un Ouvrage de M. Léopold Escande intitulé : *Méthodes nouvelles pour le calcul des chambres d'équilibre*, dont il a écrit la *Préface*. Les méthodes proposées fournissent la solution des problèmes les plus complexes intéressant les chambres d'équilibre. Elles reposent sur un calcul de proche en proche dont le degré d'approximation a été vérifié par comparaison avec des formules analytiques, dans certains cas, et avec des résultats d'expériences, dans d'autres cas.

M. **Charles Jacob** offre, de la part de M. **Maurice Gignoux**, Membre non résidant, la quatrième édition de la *Géologie stratigraphique* et souligne le beau succès de ce traité.

CORRESPONDANCE.

M. **René Dujarric de La Rivière** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de M. *Richard Fosse*.

M. **Maurice Gevrey** adresse des remercîments pour la distinction accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Deux siècles d'horlogerie. Les Le Paute.* Conférence prononcée le 17 mai 1949, par M. ALEXANDRE BERTRAND.

2° Thèses présentées à la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier pour obtenir le titre d'ingénieur-docteur, par LÉONCE DEIBNER. 1re Thèse : *Microdosage iodométrique du Fer et son application au dosage du Fer dans les vins et les jus de raisin.*

3° Comité des travaux historiques et scientifiques. *Soixante-quinzième Congrès des Sociétés Savantes de Paris et des Départements à Nancy*, 1950.

TOPOLOGIE ALGÉBRIQUE. — *Une théorie axiomatique des carrés de Steenrod.* Note (*) de M. **HENRI CARTAN**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Soient donnés deux groupes abéliens G et G′, et une application bilinéaire symétrique $(x, y) \to f(x, y)$ de $G \times G$ dans G′. Si K est un complexe simplicial, notons C(K, G) [resp. C(K, G′)] le groupe gradué des cochaînes de K à valeurs dans G(resp. G′). On sait que N. E. Steenrod (1) associe à f une suite d'applications bilinéaires $(x, y) \to p_i(x, y)$ de $C(K, G) \times C(K, G)$ dans C(K, G′) (i entier, $p_i = 0$ pour $i < 0$; nous notons $p_i(x, y)$ ce que Steenrod appelle $x \cup_i y$). Ces applications satisfont notamment aux conditions

(1) $p_i(x, y)$ est de degré $m + n - i$;

(2) $$\delta p_i(x, y) = p_i(\delta x, y) + (-1)^m p_i(x, \delta y) + (-1)^{m+n+i} p_{i-1}(x, y) + (-1)^{m+n+mn} p_{i-1}(y, x),$$

(m désigne le degré de x, n le degré de y, δ l'opérateur cobord).

Considérons, d'une manière générale, deux groupes abéliens gradués A et A′ (à degrés ≥ 0), munis chacun d'un opérateur *cobord* δ qui satisfait à $\delta\delta = 0$ et augmente le degré d'une unité; et une suite d'applications bilinéaires p_i de $A \times A$ dans A′, qui satisfont aux conditions (1) et (2). L'ensemble des données (A, A′, p_i) constitue ce que nous appellerons un *système de i-produits.*

Quand on a un tel système, on en déduit, comme Steenrod, des homomorphismes Sq_i des groupes de cohomologie, à savoir : pour $m - i$ impair, Sq_i applique $H^m(A)$ dans le sous-groupe des éléments d'ordre 2 de $H^{2m-i}(A')$; pour $m - i$ pair, Sq_i applique $H^m(A)$ dans $H^{2m-i}(A'/2A')$.

2. Soient maintenant (A, A′, p_i) et (B, B′, q_i) deux systèmes de i-produits. On sait que les produits tensoriels $A \otimes B = C$ et $A' \otimes B' = C'$ peuvent être munis d'une structure graduée (le degré de $x \otimes y$ est la somme des degrés de x et de y) et d'un opérateur δ défini par

$$\delta(x \otimes y) = (\delta x) \otimes y + (-1)^m x \otimes (\delta y) \qquad (m = \text{degré de } x).$$

(*) Séance du 23 janvier 1950.

(1) STEENROD, *Annals of Math.*, 48, 1947, p. 290-320.

THÉORÈME 1. — *Si l'on définit des applications bilinéaires r_i de $C \times C$ dans C' par la formule*

$$(3) \qquad r_i(x \otimes x', y \otimes y') = (-1)^{m'n} \sum_j p_{2j}(x, y) \otimes q_{i-2j}(x', y') + (-1)^{m'(n+n')+m'+n'} \sum_j p_{2j+1}(x, y) \otimes q_{i-2j-1}(y', x')$$

(où x et $y \in A$, x' et $y' \in B$, $m = \deg x$, $m' = \deg x'$, $n = \deg y$, $n' = \deg y'$), *alors* (C, C', r_i) *est un système de i-produits.*

3. Le théorème 1 a d'importantes conséquences. Bornons-nous, pour simplifier, au cas des *espaces compacts*. Soit, sur un tel espace $\mathcal{E}$, une carapace ([2]), c'est-à-dire un groupe abélien gradué A, muni d'un opérateur δ comme ci-dessus, et dont chaque élément x est affecté d'un *support* $\sigma(x)$ qui est une partie fermée de $\mathcal{E}$; on suppose vérifiées les conditions suivantes :

a. $\sigma(x)$ est vide si et seulement si $x = 0$;

b. le support d'une somme d'éléments homogènes est la réunion des supports de ces éléments;

c. $\sigma(x - y) \subset \sigma(x) \cup \sigma(y)$, $\sigma(\delta x) \subset \sigma(x)$.

Alors, pour chaque fermé $\mathcal{F} \subset \mathcal{E}$, soit $A_{\mathcal{F}}$ le quotient de A par le sous-groupe des $x \in A$ dont le support ne rencontre pas $\mathcal{F}$; $A_{\mathcal{F}}$ est un groupe gradué muni d'un opérateur noté encore δ. Considérons une autre carapace A', et supposons définies des applications bilinéaires p_i de $A \times A$ dans A' satisfaisant à (1) et (2), et telles que $\sigma[p_i(x, y)] \subset \sigma(x) \cap \sigma(y)$. Il s'ensuit que les p_i définissent, pour chaque fermé $\mathcal{F}$, un système de i-produits $(A_{\mathcal{F}}, A'_{\mathcal{F}}, p_i)$.

Supposons que A satisfasse en outre aux deux conditions :

1° pour tout recouvrement fini de $\mathcal{E}$ par des ouverts U_k, existent des endomorphismes l_k du groupe A, conservant les degrés, et tels que

$$\sigma[l_k(x)] \subset U_k \cap \sigma(x), \qquad \sum_k l_k(x) = x;$$

2° si $\mathcal{F}$ est réduit à un point P, le groupe A_P $(= A_{\mathcal{F}})$ est tel que $H^m(A_P) = 0$ pour tout $m \neq 0$.

On sait ([2]) que le groupe de cohomologie H(A) s'identifie alors canoniquement au groupe de cohomologie de l'espace $\mathcal{E}$, relatif au *système local* de coefficients constitué par les groupes $H^0(A_P)$. De plus, le théorème 1 entraîne :

THÉORÈME 2. — *Si deux carapaces* A *et* A' *d'un espace compact* $\mathcal{E}$ *satisfont aux conditions* 1° *et* 2° *et sont munies d'un système de i-produits, les i-carrés* Sq_i

---

([2]) Pour la théorie des *faisceaux* et *carapaces*, voir les articles de J. Leray et de H. Cartan dans le fascicule du *Colloque de Topologie algébrique* de Paris 1947 (*Publications du C. N. R. S.*), ainsi que les notes miméographiées du cours de H. Cartan à l'Université Harvard (1948) et à l'École Normale Supérieure (1948-1949).

déduits de ces i-produits ne sont autres que les carrés de Steenrod relatifs à la cohomologie de l'espace $\mathcal{E}$.

4. *Application* : on pourrait, en huit lignes, expliquer comment le théorème 2 et la formule (3) conduisent, en *cohomologie modulo* 2, aux formules

(4) $$Sq_i(\xi \otimes \eta) = \sum_{j+k=i} Sq_j(\xi) \otimes Sq_k(\eta)$$ (cohomologie d'un espace-produit),

(5) $$Sq_i(\xi \cup \eta) = \sum_{j+k=i} Sq_j(\xi) \cup Sq_k(\eta)$$ ($\cup$ désigne le *cup product*).

Les formules (4) et (5) m'avaient été signalées par MM. Thom et Wu Wen-tsün comme vraisemblables; je dois à M. Wu d'avoir attiré mon attention sur l'intérêt qui s'attache à une théorie axiomatique des carrés de Steenrod.

TOPOLOGIE ALGÉBRIQUE. — *Classes caractéristiques et i-carrés.* Note (*) de M. **René Thom**, présentée par M. Élie Cartan.

I. *Un lemme sur les espaces fibrés à fibre sphérique.* — Soit E un espace fibré par des sphères S^{k-1} de dimension $k-1$; la base est un complexe fini connexe K; à E on associera l'espace fibré A de même base K, dont la fibre est la k-boule B^k obtenue en rétractant la sphère S^{k-1} sur son centre; soit A', enfin, le complémentaire de E dans A, espace fibré par des k-boules ouvertes b^k.

A une subdivision Σ_0 de K en cellules Z_i correspond pour A' une subdivision Σ_1 en cellules de la forme $Z_i \times b^k$; désignons par C^p, H^p les groupes de cochaînes, respectivement de cohomologie pour la dimension p; si l'espace fibré E est *orientable* (1), les coefficients seront pris dans un groupe fixe G (par exemple, les entiers); sinon, on fera appel, pour former les cohomologies dans K et dans A', à deux systèmes de coefficients *associés* G et G'.

L'opérateur $g^\star$ défini sur toute cochaîne $u_i \in C^i(K, G)$ par $g^\star u_i(Z_i \times b^k) = u_i(Z_i)$ est un isomorphisme de $C^i(K, G)$ *sur* $C^{i+k}(A', G')$; $g^\star$ commute avec le cobord, et induit par suite un isomorphisme de $H^i(K, G)$ sur $H^{i+k}(A', G')$; soit $\varphi^\star$ cet isomorphisme, qui est indépendant de la décomposition simpliciale. La cohomologie dans A' ouvert est la cohomologie à supports compacts, canoniquement isomorphe à la cohomologie relative $H^i(A, E)$.

D'autre part, la rétraction de A sur sa section centrale K montre que l'homomorphisme canonique j de $H^i(K, G)$ sur $H^i(A, G)$ est un isomorphisme sûr.

(*) Séance du 23 janvier 1950.

(1) H. Whitney, *Differentiable Manifolds* (*Michigan Lectures*, n° 13, p. 119).

Formons alors la *suite exacte* (S) :

$$\rightarrow H^{r-1}(E, G') \rightarrow H^{r}(A', G') \xrightarrow{\beta} H^{r}(A, G') \xrightarrow{\gamma} H^{r}(E, G')$$
$$\varphi^{\star}\uparrow \qquad\qquad j\uparrow$$
$$H^{r-k}(K, G) \qquad H^{r}(K, G')$$

L'homomorphisme γj de $H^r(K)$ dans $H^r(E)$ est l'homomorphisme induit par l'application fibrée $E \rightarrow K$. Soit $U_k \in H^k(A', G')$ l'image par $\varphi^\star$ de l'élément unité de $H^0(K, G)$ (G, est ici, comme par la suite, le groupe des entiers). L'image $\overset{-1}{j} \beta U_k \in H^k(K)$ n'est autre que la *classe caractéristique fondamentale* W_k de E. Le cup-product étant défini sur H par la multiplication des entiers, l'isomorphisme $\varphi^\star$ jouit de la *propriété multiplicative* :

(1) $$\varphi^\star(\overset{-1}{j} z \cup y) = z \cup \varphi^\star y \qquad \text{pour } z \in H(A),\ y \in H(K).$$

Faisant $y = 1$, on obtient

(2) $$\varphi^\star z' = j z' \cup U_k \qquad \text{pour } z' \in H(K),$$

d'où, en particulier,

(3) $$\varphi^\star W_k = j W_k \cup U_k = U_k \cup U_k.$$

Cette formule généralise à un espace fibré de base quelconque un théorème démontré par Whitney sur les espaces de vecteurs normaux à une variété plongée ([2]).

Remarque sur les coefficients. — Le système G' associé au groupe G des entiers est le système local dit des *entiers tordus;* les formules de la suite (S) sont encore valables en y permutant G et G'. Les deux membres de la formule (3) sont toujours des classes entières.

II. *Cas d'un espace fibré produit.* — Si l'espace fibré A est isomorphe au produit $K \times B^k$, on a la formule

(4) $$Sq^j \varphi^\star = \varphi^\star Sq^j \qquad [\text{Notation nouvelle de } (^3)],$$

qui est une généralisation immédiate d'une formule de Steenrod ([4]).

III. *La formule fondamentale.* — Les classes caractéristiques W_r de Stiefel-Whitney de E vérifient les relations

(5) $$Sq^r U_k = \varphi^\star W_r \qquad (r = 0, 1, \ldots, k).$$

La valeur de r étant fixée, il suffira de démontrer (5) sur le $k+r$ squelette de Σ_1, c'est-à-dire sur l'espace A'^k_r, restriction de A' au squelette K^r; dans cet espace A'^k_r on peut définir un champ de $k-r$ vecteurs indépendants; soit dans la fibre B^k (prise ici comme boule euclidienne), la r-boule B^r orthogonale

---

([2]) Whitney, *op. cit.*, p. 129 (formule 18.2).

([3]) Steenrod, *Annals of Math.*, oct. 1949, p. 954, n° 14.

([4]) Steenrod, *Annals of Math.*, 48, Th. 25.1, p. 316.

au champ. B^r définit au-dessus de K^r un espace fibré A'^r_r; désignons par $\varphi^\star_k$, $\varphi^\star_r$, $\varphi^\star_{rk}$ les isomorphismes $\varphi^\star$ relatifs aux espaces A'^k_r, A'^r_r et à l'espace fibré relatif $A'^k_r : A'^r_r$. On vérifie aisément les propriétés suivantes :

1° La classe caractéristique W_r de A'^r_r (éventuellement réduite modulo 2) est la classe W_r de A'^k_r, donc de E.

2° Les isomorphismes $\varphi^\star$ vérifient la relation de transitivité $\varphi^\star_k = \varphi^\star_{rk} \circ \varphi^\star_r$;

3° L'espace fibré relatif $A'^k_r : A'^r_r$ est un produit.

Posons $U_r = \varphi^\star_r(1)$; la formule (3) du lemme donne

$$\varphi^\star_r W_r = U_r \cup U_r = Sq^r U_r$$

et, d'après (4) et la propriété 2° :

$$\varphi^\star_k W_r = Sq^r(\varphi^\star_{rk} U_r) = Sq^r U_k,$$

ce qui donne bien (5).

Remarque. — On notera que W_r, comme Sq^r pour r pair, ne sont définies que modulo 2; pour r impair, $\varphi^\star W_r$ et Sq^r sont des classes entières d'ordre 2. La formule de Whitney $W_{2k+1} = 1/2\,\delta\omega W_{2k}$ (5) est la transcription du théorème 12.2 (6) de Steenrod.

INTÉGRATION NUMÉRIQUE. — *Sur la méthode d'intégration approchée de Tchebychef.* Note (*) de M. **Marcel Mayot**, présentée par M. Joseph Pérès.

La méthode de Tchebychef consiste à calculer la valeur approchée d'une intégrale définie par la formule

$$(1)\qquad I = \int_{-1}^{+1} f(x)\,dx = H\,[f(x_1) + f(x_2) + \ldots + f(x_n)].$$

Dans cette formule, on impose *a priori* un poids égal à chacune des valeurs de la fonction $f(x_i)$ choisies dans l'intervalle $(-1, +1)$.

On détermine les $(n+1)$ constantes

$$H,\quad x_1,\quad x_2,\quad \ldots,\quad x_n,$$

en imposant à la formule (1) d'être vérifiée exactement si $f(x)$ est un polynome de degré n; on obtient ainsi

$$H = \frac{2}{n}$$

et les valeurs $z_i = x_i^2$ sont racines d'une équation

$$(2)\qquad F(z) = z^m + a_1 z^{m-1} a_2 z^{m-2} + \ldots + a_m = 0,$$

(5) Whitney, *op. cit.*, Th. 14, p. 123.

(6) Steenrod, *Annals of Math.*, 48, Th. 12.2, p. 306.

(*) Séance du 23 janvier 1950.

dont les coefficients peuvent être calculés à partir des sommes des puissances semblables des racines

$$s_1 = \frac{n}{6}, \quad s_2 = \frac{n}{10}, \quad \ldots, \quad s_k = \frac{n}{2(2k+1)} \ldots s_m = \frac{n}{2(2m+1)},$$

avec $n = 2m$ ou $2m+1$ (dans ce dernier cas on ajoute l'abscisse $x_0 = 0$).

Le coefficient $a_k(n)$ est un polynome en n de degré k sans terme constant; on peut le calculer par récurrence à partir de l'identité symbolique

$$a'_1 + a'_2 u + \ldots + a'_m u^{m-1} = -(1 + a_1 u + \ldots + a_m u^m)\left[\frac{1}{6} + \frac{u}{20} + \ldots + \frac{u^{p-1}}{2p(2p+1)} \ldots\right],$$

les dérivées étant prises par rapport à n, on trouve ainsi

$$a_1 = -\frac{n}{6}, \quad a_2 = \frac{n^2}{72} - \frac{n}{20}, \quad \ldots.$$

Les racines des équations $F(z) = 0$ donnant les abscisses utiles pour l'intégration ont été calculées antérieurement jusqu'à $n = 9$ ([1]). Elles sont en parties imaginaires pour $n = 8$ et 10 ([2]). J'ai calculé ces racines jusqu'à $n = 21$ et constaté les faits suivants que je n'ai pu établir *a priori* : lorsque m croît de 5 à 10, l'équation $F(z) = 0$ admet une seule racine réelle positive qui croît en se rapprochant de l'unité; lorsque m est pair, cette équation admet en plus une racine réelle négative qui croît en valeur absolue; toutes les autres racines sont complexes et de module inférieur à l'unité comme il se doit; voici les valeurs numériques pour quatre valeurs successives de n:

$n = 10$; $m = 5$.	$n = 11$; $m = 5$.
0,8507	0,8628
$0,3882 \pm i.0,0874$	$0,4256 \pm i.0,0629$
$0,0198 \pm i.0,0728$	$0,0597 \pm i.0,0542$

$n = 12$; $m = 6$.	$n = 13$; $m = 6$.
0,8763	0,8848
$-0,0466$	$-0,0141$
$0,4812 \pm i.0,1021$	$0,5088 \pm i.0,0859$
$0,1040 \pm i.0,1301$	$0,1392 \pm i.0,1112$

La méthode de Tchebychef ne paraît donc applicable pratiquement à l'intégration des fonctions réelles données numériquement que pour un nombre d'abscisses $n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9$.

Avec neuf ordonnées on obtient une précision équivalente au choix de cinq ordonnées seulement par la méthode de Gauss.

---

(1) R. Radau, *Journal de Liouville*, 1880, p. 324.

(2) Ch. Jordan, *Calculus of Finite Differences*, p. 523.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Calcul de $\sqrt{2}$, et réflexion sur une espérance mathématique.* Note (*) de M. **René Coustal**, présentée par M. Émile Borel.

En vue de calculer la valeur numérique de $\sqrt{2}$ avec un grand nombre de décimales, je me suis servi de la série suivante

$$\sqrt{2}=a\left[1+x+\frac{1.3}{1.2}x^2+\frac{1.3.5}{1.2.3}x^3+\ldots+\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{1.2.3\ldots n}x^n+\ldots\right],$$

a est une valeur approchée de $\sqrt{2}$ et $x=1/2-a^2/4$.

J'ai pris pour a une valeur avec 333 chiffres exacts, calculée plusieurs années avant. La congruence $4x+a^2\equiv 2$ a été vérifiée pour une série de modules de la forme $10^n\pm 1$.

J'ai calculé les quatre premiers termes de la série, et vérifié toutes les opérations, également par des congruences de module $10^n\pm 1$.

Voici la valeur obtenue pour $\sqrt{2}$, en conservant 1032 décimales après la virgule. Tous ces chiffres sont exacts, la 1033e décimale est sûrement un zéro, la 1034e est probablement un 5.

$\sqrt{2}=$ 1,41421.35623 — 73095.04880 — 16887.24209 — 69807.85696
71875.37694 — 80731.76679 — 73799.07324 — 78462.10703
88503.87534 — 32764.15727 — 35013.84623 — 09122.97024
92483.60558 — 50737.21264 — 41214.97099 — 93583.14132
22665.92750 — 55927.55799 — 95050.11527 — 82060.57147

01095.59971 — 60597.02745 — 34596.86201 — 47285.17418
64088.91986 — 09552.32923 — 04843.08714 — 32145.08397
62603.62799 — 52514.07989 — 68725.33965 — 46331.80882
96406.20615 — 25835.23950 — 54745.75028 — 77599.61729
83557.52203 — 37531.85701 — 13543.74603 — 40849.88471

60386.89997 — 06990.04815 — 03054.40277 — 90316.45424
78230.68492 — 93691.86215 — 80578.46311 — 15966.68713
01301.56185 — 68987.23723 — 52885.09264 — 86124.94977
15421.83342 — 04285.68606 — 01468.24720 — 77143.58548
74155.65706 — 96776.53720 — 22648.54470 — 15858.80162

07584.74922 — 65722.60020 — 85584.46652 — 14583.98893
94437.09265 — 91800.31138 — 82464.68157 — 08263.01005
94858.70400 — 31864.80342 — 19489.72782 — 90641.04507
26368.81313 — 73985.52561 — 17322.04024 — 50912.27700
22694.11275 — 73627.28049 — 57381.08967 — 50401.83698

68368.45072 — 57993.64729 — 06076.29969 — 41380.47565
48237.28997 — 18032.68024 — 74420.62926 — 91248.59052
18100.44598 — 42150.59112 — 02494.41341 — 72853.14781
05803.60337 — 10773.09182 — 86931.47101 — 71111.68391
65817.26889 — 41975.87165 — 82152.12822 — 95184.88472

08969.46338 — 62891.56288 — 27659.52635 — 14.........

(*) Séance du 23 janvier 1950.

Il m'a paru intéressant de noter les fréquences d'apparition des dix chiffres sur cette valeur de $\sqrt{2}$ et aussi sur la valeur de $1/\sqrt{2}$, moitié de la précédente. (1033 chiffres en comptant la partie entière).

Ces fréquences ont l'allure de ce que l'on pourrait attendre d'un nombre dont les décimales seraient tirées au hasard.

La simple division par 2 de $\sqrt{2}$ suffit à bouleverser la répartition des écarts par rapport à la moyenne.

Chiffres.	$\sqrt{2}$.	$\frac{1}{\sqrt{2}}$.
0	109	106
1	101	101
2	113	109
3	85	106
4	102	116
5	108	104
6	96	97
7	105	101
8	118	95
9	96	98
Total	1033	1033

Faisons une remarque curieuse au sujet du *produit des décimales* d'un nombre de ce genre : il est évidemment nul puisqu'il faut s'attendre à y trouver une centaine de zéros. La probabilité pour que ce produit ne soit pas nul serait $(9/10)^{1033}$ inférieure à 10^{-47} !

Cependant la *valeur probable* de ce produit est $(9/2)^{1033}$, supérieure à 10^{674} ! C'est l'*espérance mathématique* d'un joueur qui toucherait une somme égale au produit en question.

Aucun joueur ne consentirait à acheter cette espérance mathématique, non seulement à son prix énorme, mais même à un prix quelconque : *l'espérance morale* est nulle, car une probabilité de 10^{-47} ne peut pas être prise en considération. Si des milliards de joueurs tiraient des nombres de 1033 chiffres au hasard pendant des milliards d'années, il est *moralement certain* que les produits correspondants seraient tous nuls.

A noter que dans le cas où l'on gagnerait, c'est 5^{1033} en moyenne et non $(9/2)^{1033}$ que l'on gagnerait.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'aire comprise entre un arc de la courbe du mouvement brownien plan et sa corde.* Note de M. **Paul Lévy**, transmise par M. Émile Borel.

1. Dans un travail antérieur [1] j'ai étudié la loi de probabilité dont dépend l'aire S comprise entre un arc AB de la courbe C du mouvement brownien

[1] *Amer. Journ. of Math.*, 62, 1940, p. 487-550.

et sa corde. D'autres auteurs se sont depuis occupés de cette courbe [2]. Pourtant le théorème suivant semble nouveau : *si l'arc* AB *est l'arc* $0 \leqq t - t_0 \leqq T$ *de la courbe* C, *la loi dont dépend* S *a pour fonction caractéristique* (f. c.) $1/\mathrm{ch}\,(Tz/2)$.

Nous pouvons supposer $t_0 = 0$, $T = 2\pi$. Une formule de N. Wiener [3] permet de représenter paramétriquement l'arc AB par

$$(1) \qquad X(t) + i\,Y(t) = \frac{\xi' + i\eta'}{\sqrt{2\pi}}\,t + \sum_{1}^{\infty} \frac{(\xi_n + i\eta_n)(\cos nt - 1) + (\xi'_n + i\eta'_n)\sin nt}{n\sqrt{\pi}},$$

les lettres grecques représentant des variables laplaciennes réduites, toutes indépendantes les unes des autres. On en déduit

$$(2) \qquad S = \sum_{1}^{\infty} \frac{\xi_n(\eta'_n - \eta'\sqrt{2}) - \eta_n(\xi'_n - \xi'\sqrt{2})}{n},$$

cette série étant, comme la série (1), presque sûrement convergente.

Soient $\omega(z, h)$, $\varphi(z)$, et $\Phi(z, \rho)$ la f. c. de $\xi(\eta - h)$, celle de S, et celle de S dans l'hypothèse $\xi'^2 + \eta'^2 = \rho^2$. On a

$$(3) \qquad \omega(z, h) = E_\eta\{E_\xi[e^{iz\xi(\eta-h)}]\} = E_\eta\left\{\exp\left[-\frac{z^2(\eta-h)^2}{2}\right]\right\} = \frac{1}{\sqrt{1+z^2}}\exp\left[-\frac{h^2z^2}{2(1+z^2)}\right];$$

$$(4) \qquad \Phi(z, \rho) = \prod_{1}^{\infty} \frac{n^2}{n^2+z^2}\exp\left[-\rho^2\sum_{1}^{\infty}\frac{z^2}{n^2+z^2}\right] = \frac{\pi z}{\mathrm{sh}\,\pi z}\exp\left[\frac{\rho^2}{2}\left(1 - \frac{\pi z\,\mathrm{ch}\,\pi z}{\mathrm{sh}\,\pi z}\right)\right];$$

et enfin

$$(5) \qquad \varphi(z) = \int_0^\infty \rho\, e^{-\frac{\rho^2}{2}}\,\Phi(z, \rho)\, d\rho = \frac{1}{\mathrm{ch}\,\pi z}. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

Pour $T = 2$ (au lieu de 2π), on aurait la f. c. $1/\mathrm{ch}\,z$, et, par (4), pour $\rho = 0$, la f. c. conditionnelle $z/\mathrm{sh}\,z$. Ces f. c. très simples ne semblent pas avoir encore été rencontrées. La fonction $z/(\alpha^2 z\,\mathrm{ch}\,z + \beta^2\,\mathrm{sh}\,z)$, où $\alpha^2 + \beta^2 = 1$, étant de la forme $\Pi[1/(1 + z^2/\lambda_n^2)]$ est aussi une f. c.

2. Plus généralement, toute fonctionnelle U, entière et homogène du second degré en $X(t)$ et $Y(t)$ devient, par (1), une forme quadratique formée avec des variables normales indépendantes, elle-même décomposable en une somme de carrés orthogonaux $\Sigma\xi_n^2/\lambda_n$. Sa f. c. est donc de la forme $\Pi(1 - iz/\lambda_n)^{-1/2}$. Si elle est paire, elle est de la forme $\Pi(1 + z^2/\lambda_n^2)^{-1/2}$. Si de plus U est (comme S) la somme de deux termes indépendants ayant la même loi, la f. c. de U est de

---

([2]) *Voir* notamment dans R. Fortet (*Ann. Inst. H. Poincaré*, 11, 1949, p. 175-225), un exposé des travaux antérieurs de Cameron et Martin, et de P. Erdös et M. Kac.

([3]) *Bull. Soc. Math. de France*, 52, 1924, p. 569-578. *Voir* aussi le n° 37 du livre de Paley et Wiener (*Fourier transforms...*, 1934).

la forme $\Pi\, 1/(1+z^2/\lambda_n^2)$. Toutes ces lois sont indéfiniment divisibles. Leurs f. c. peuvent être mises sous la forme canonique. Ainsi

$$\log \frac{1}{\operatorname{ch} \pi z} = \int_0^\infty \frac{\cos z u - 1}{u \operatorname{sh} \frac{u}{2}} du, \qquad \log \frac{\pi z}{\operatorname{sh} \pi z} = \int_0^\infty \frac{2(\cos z u - 1)\, du}{u(e^u - 1)}.$$

Dans le cas de S, on déduit de (5) que $\lambda_n = n + 1/2$ ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$), donc que sa décomposition en carré est de la forme

$$\sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{\xi_n^2 + \eta_n^2}{n + \frac{1}{2}},$$

ξ_n et η_n étant ici des combinaisons linéaires orthogonales des variables qui interviennent dans (2)

3. Je reviens ici sur la formule (2) de ma dernière Note ([4]), formule qui établit une relation entre une fonction réelle $\sigma(x)$, une fonction $f(t, x)$, définie pour $0 < x < t < T$, et une fonction $\gamma(t, x)$, définie pour x et t compris entre 0 et T, et telle que, pour toute fonction complexe $\varphi(u)$, on ait la condition de M. Loève

$$(6) \qquad \int_0^T 2\sigma^2(u)\,|\varphi(u)|^2\, du + \int_0^T \int_0^T \gamma(u, v)\, \varphi(u)\, \overline{\varphi}(v)\, du\, dv \geqq 0.$$

J'avais oublié de mentionner que, l'équation (2), n'étant valable que pour $x < t$, ne suffit pas à déterminer $\gamma(u, v)$ quand les deux autres fonctions sont connues. Il faut en outre utiliser la condition (6), ou du moins sa conséquence $\gamma(v, u) = \overline{\gamma}(u, v)$.

Indiquons enfin que l'équation intégrale considérée est liée au système d'équations qui, en axes obliques, lient les composantes covariantes et les composantes contrevariantes d'un vecteur. Nous reviendrons ultérieurement sur ces questions; il est nécessaire, pour une étude complète du programme posé, d'utiliser la théorie des distributions de L. Schwartz.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la quantification du champ métrique et les interactions particules-champs. II. Application aux champs magnétique et nucléaire.* Note (*) de M. **Antonio Gião**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous allons maintenant appliquer notre méthode de quantification ([1]) aux champs magnétique et nucléaire. En retranchant la gravitation proprement

---

([4]) *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1057.

(*) Séance du 9 janvier 1950.

([1]) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 278. Nous supposerons connus, dans ce qui suit, les résultats et notations de cette Note, qui sera désignée par l'abréviation I.

dite $-(1/2)\nabla g_{44}$ du champ dont dérivent les forces qui agissent sur les particules neutres, on obtient le champ nucléaire N_{ik} dont l'expression, d'après notre théorie unitaire ([2]), est la suivante

$$N_{ik} = \frac{\partial \gamma_{4i}}{\partial x^k} - \frac{\partial \gamma_{4k}}{\partial x^i} - \left(\delta_{4i}\frac{\partial \gamma_{44}}{\partial x^k} - \delta_{4k}\frac{\partial \gamma_{44}}{\partial x^i}\right), \tag{1}$$

avec $\gamma_{44} = \langle g_{44}\rangle/2$ et $\gamma_{4j} = \langle g_{4j}\rangle (j = 1, 2, 3)$. D'autre part, conformément à (I, 7, 8), le champ magnétique est donné par

$$H_i = \frac{(m_0)_e c^2}{e\chi_0\sqrt{-1}}\left(\frac{\partial\langle \omega_{4k}\rangle}{\partial x^j} - \frac{\partial\langle\omega_{4j}\rangle}{\partial x^k}\right), \tag{2}$$

[i, j, k permutation circulaire de (1), (2), (3)]. Nous devons donc quantifier g_{4j} et ω_{4j}. Soient $\vec{\sigma}_{lm}$ le vecteur spin de la particule dans l'état quantique (l, m); $\vec{g}_4$ et $\vec{\omega}_4$ les vecteurs d'espace de composantes g_{4j}, ω_{4j}. Considérons les équations (I, 3) dont nous cherchons maintenant des solutions de la forme

$$\begin{cases} (\vec{g}_4)_{lm} = a_g \vec{\sigma}_{lm} \times \nabla\varphi_l^{(g)}(r) + \vec{b}_{lm}^{(g)} f_l^{(g)}(r), \\ (\vec{\omega}_4)_{lm} = a_\omega \vec{\sigma}_{lm} \times \nabla\varphi_l^{(\omega)}(r) + \vec{b}_{lm}^{(\omega)} f_l^{(\omega)}(r), \end{cases} \tag{3 a, b}$$

a_g et a_ω étant des constantes. On obtient les fonctions

$$\begin{cases} (\vec{g}_4)_{lm} = a_g \vec{\sigma}_{lm} \times \nabla\left(\frac{e^{-\xi_l r}}{r}\right) + \vec{b}_{lm}^{(g)}\left(\frac{e^{-\xi_l r}}{r}\right), \\ (\vec{\omega}_4)_{lm} = a_\omega \vec{\sigma}_{lm} \times \nabla\left(\frac{e^{-\eta_l r}}{r}\right) + \vec{b}_{lm}^{(\omega)}\left(\frac{e^{-\eta_l r}}{r}\right), \end{cases} \tag{4 a, b}$$

avec

$$\xi_l^2 = \frac{4\pi K}{c^2} T^{(l)} - \lambda_g; \qquad \eta_l^2 = \chi_0\left(\frac{4\pi K_\omega}{c^2} U^{(l)} - \lambda_\omega\right). \tag{5 a, b}$$

Pour calculer les moyennes quantiques $\langle \vec{g}_4 \rangle$ et $\langle \vec{\omega}_4 \rangle$, remarquons d'abord que toutes les orientations du vecteur spin de la particule isolée ayant évidemment la même probabilité, on a nécessairement $\sum_m c_{1m}^2 \vec{\sigma}_{1m} = \sum_m c_{2m}^2 \vec{\sigma}_{2m} = 0$. En tenant compte des conditions fondamentales : 1° $\langle \vec{g}_4 \rangle \to 0$ et $\langle \vec{\omega}_4 \rangle \to 0$ pour $r \to \infty$; 2° $\langle \vec{g}_4 \rangle$ et $\langle \vec{\omega}_4 \rangle$ finis pour $r \to 0$, on trouve donc

$$\langle \vec{g}_4 \rangle = \vec{B}_g \left(\frac{e^{-\xi_1 r} - e^{-\xi_2 r}}{r}\right); \qquad \langle \vec{\omega}_4 \rangle = \vec{B}_\omega \left(\frac{e^{-\eta_1 r} - e^{-\eta_2 r}}{r}\right), \tag{6 a, b}$$

où les coefficients sont donnés par

$$\vec{B}_g = \sum_m c_{1m}^2 \vec{b}_{1m}^{(g)} = -\sum_m c_{2m}^2 \vec{b}_{2m}^{(g)}; \qquad \vec{B}_\omega = \sum_m c_{1m}^2 \vec{b}_{1m}^{(\omega)} = -\sum_m c_{2m}^2 \vec{b}_{2m}^{(\omega)}. \tag{7 a, b}$$

([2]) Pour la bibliographie, *voir* I.

1. Considérons la densité maxwellienne w_{ik} d'énergie-impulsion du champ nucléaire

$$w_{ik} = \frac{1}{4\pi}\left(\frac{(m_0)_e c^2}{e}\right)^2 \left[\frac{1}{4} g_{ik} N_{\mu\nu} N^{\mu\nu} - N_{i\mu} N^{\mu}_{k}\right]. \tag{8}$$

En partant de $(6a)$ on trouve, par un calcul facile, l'expression suivante pour l'énergie $W_0 \equiv \int w_{44}\, d\tau$ du champ nucléaire d'une particule dans le cas statique

$$W_0 = \left[\frac{2}{3}\left(\frac{(m_0)_e c^2}{e}\right)^2 \left|\vec{B}_g\right|^2\right] \frac{(\xi_1 - \xi_2)^2}{4(\xi_1 + \xi_2)}. \tag{9}$$

On voit donc, conformément aux résultats de M. de Broglie, que le champ nucléaire traduit l'existence de deux particules (mésons) de masses propres $m_l = (h\xi_l/2\pi c)$ différentes.

2. En calculant de même par $(6b)$ et par l'expression (I, 9) du potentiel scalaire l'énergie $W_0 \equiv \frac{1}{8\pi}\int (E^2 + H^2)\, d\tau$ du champ électromagnétique d'une particule, on trouve dans le cas statique

$$W_0 = \left\{\frac{2}{3}\left(\frac{(m_0)_e c^2}{e\chi_0}\right)^2 \left(\frac{3\mu_\omega^2}{8} + \left|\vec{B}_\omega\right|^2\right)\right\}\frac{\eta_2}{4}, \tag{10}$$

par suite de la condition $\eta_1 \simeq 0$, caractéristique du champ électromagnétique. Les formules (9) et (10) ont la même forme que les formules correspondantes de la théorie de M. de Broglie.

3. Le moment magnétique dipolaire $\left\langle \vec{M}_{\text{magn}} \right\rangle_{\text{dip}}$ qui correspond au champ magnétique dû au potentiel vecteur $(6b)$ est évidemment nul. Par contre, la moyenne quantique $\left\langle \left|\vec{M}_{\text{magn}}\right| \right\rangle_{\text{dip}}$ du module du moment magnétique dipolaire n'est pas nulle. En effet, du champ magnétique de la particule dans l'état quantique (l, m) on déduit

$$\left\langle \left|\vec{M}_{\text{magn}}\right| \right\rangle_{\text{dip}} = \frac{(m_0)_e c^2}{e\chi_0} \left|a_\omega\right| \sum_l \sum_m c_{lm}^2 \left|\vec{\sigma}_{lm}\right|, \tag{11}$$

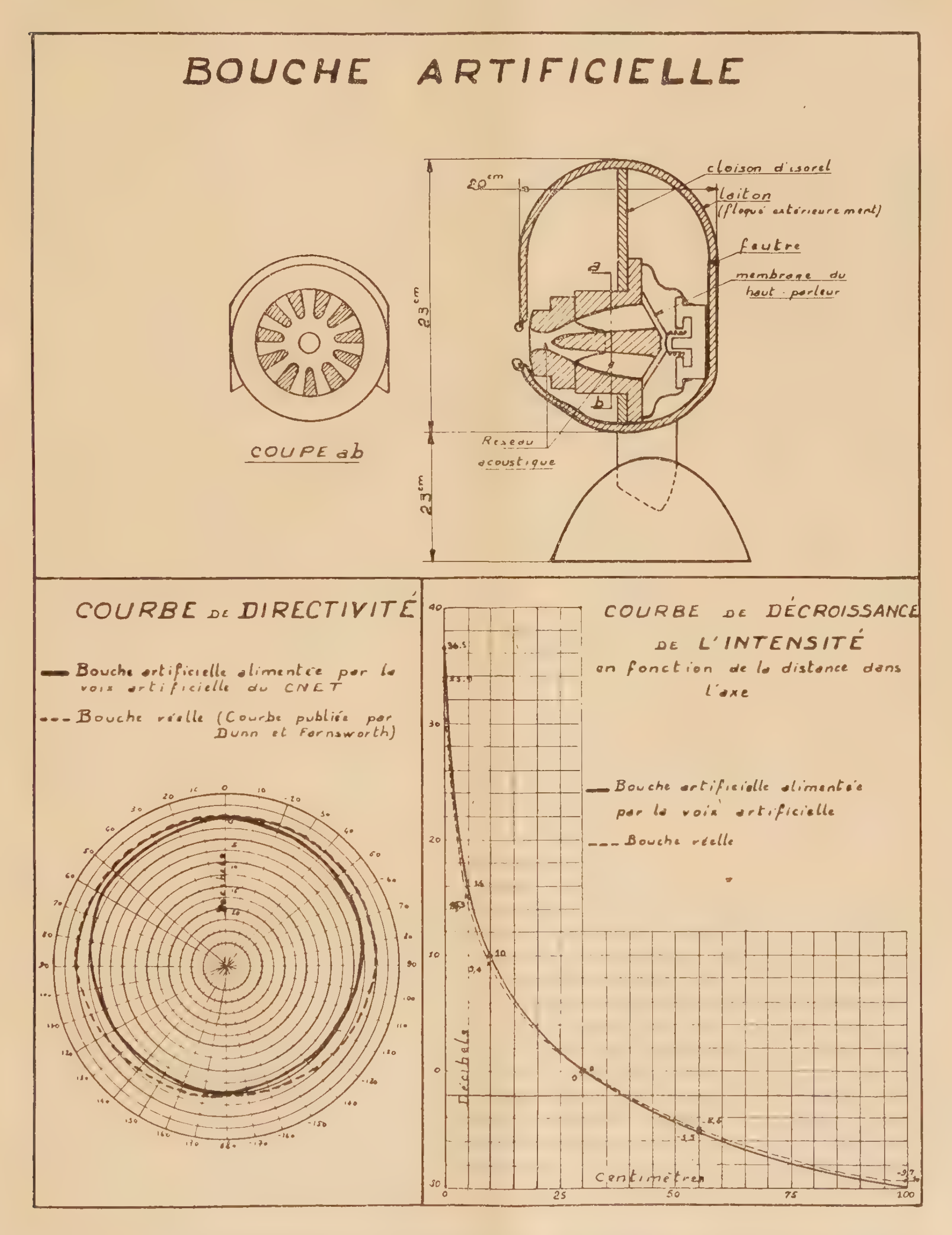
quantité essentiellement positive.

ACOUSTIQUE. — *Une bouche artificielle pour les essais acoustiques.* Note (*) de M. **Pierre Chavasse**, présentée par M. Camille Gutton.

Les essais que l'on fait sur les appareils électro-acoustiques de télécommunications tendent à vérifier leurs propriétés (courbes de réponse ou équivalents de transmission téléphonométriques) dans des conditions correspondant à

(*) Séance du 2 janvier 1950.

leurs conditions d'emploi qui sont un caractère essentiellement subjectif, tout en donnant aux résultats un caractère objectif. C'est dans cet esprit qu'a été



réalisée une voix artificielle (1) permettant de remplacer les voix naturelles

(1) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 1620.

très variables, dont la moyenne seule a un caractère statistique défini. Pour l'essai des microphones, cette voix doit être émise par un système présentant les mêmes caractéristiques de rayonnement et de directivité que la bouche moyenne et qui est inclus dans une *tête artificielle*. Ce système est appelé *bouche artificielle*.

Le modèle que nous en avons réalisé au Centre d'Études des Télécommunications comprend un haut-parleur commercial électrodynamique à aimant permanent avec membrane de 11^{cm}, combinée avec un réseau acoustique de canaux disposés devant elle. La cavité située entre la membrane et l'extrémité des canaux forme chambre de compression. Les canaux atténuent les résonances du haut-parleur, réduisent les effets tourbillonnaires et *concentrent* le champ acoustique vers la bouche artificielle. L'ouverture centrale du diaphragme est obturée par une toile vernie en forme de calotte sphérique donnant le maximum de rigidité sous un faible poids. La partie terminale et la pièce centrale qui font partie du dispositif des canaux ont été étudiées sous le rapport du champ acoustique rayonné. Ce dispositif impose en quelque sorte sa caractéristique, ce qui rend le système plus indépendant des propriétés du haut-parleur et permet le remplacement de ce dernier.

L'amplificateur associé au haut-parleur corrige sa courbe de réponse au moyen d'une contre-réaction avec réseau complexe spécialement étudié. Les figures 1 et 2 (coupes transversales et longitudinales) donnent une vue de la tête artificielle. Les figures 3 et 4 démontrent la variation des champs acoustiques suivant l'axe de la bouche naturelle (trait plein) et de la bouche artificielle (pointillé), ainsi que leurs distributions autour de la tête (dans les cas de l'alimentation par la voix artificielle). De très bons résultats ont été obtenus pour les mesures téléphonométriques par comparaison avec les valeurs moyennes recueillies par un certain nombre d'opérateurs.

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Sur la distribution spectrale énergétique des fluctuations de tension à la sortie d'un récepteur de bruits radioélectriques*. Note (*) de MM. **Jean Mosnier** et **Jean-Louis Steinberg**, présentée par M. Jean Cabannes.

Considérons un récepteur de radio suivi d'un détecteur quelconque et appliquons à l'entrée une tension de fluctuation, par exemple, celle que l'on trouve aux bornes d'une résistance placée à la température T.

On sait, depuis les travaux de nombreux auteurs ([1]), ([2]), ([3]), calculer le

(*) Séance du 23 janvier 1950.

([1]) S. O. Rice, *Bell. Syst. Techn. Jl*,, 23, 1944, p. 282 et 24, 1945, p. 46.

([2]) W. R. Benett, *Bell. Syst. Techn.*, *Jl.*, 23, 1944, p. 97.

([3]) J. R. Ragazzini, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, 30, 1942, p. 277.

spectre d'énergie : $W(f)$ des fluctuations à la sortie d'un détecteur. Notamment dans le cas des détecteurs dits *linéaires* et quadratiques, qui sont les plus fréquemment utilisés, le spectre d'énergie affecte la forme d'un triangle qui, à une constante multiplicative près, se représente par

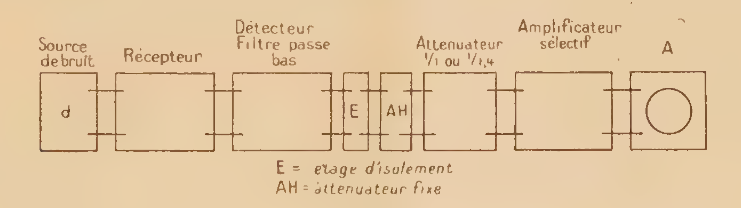
$$W(f) = \left(1 - \frac{f}{\Delta f}\right),$$

où Δf est la largeur de bande du récepteur considéré. Cette formule n'est rigoureuse que dans le cas du détecteur quadratique, mais Fräntz [4] a montré que le spectre du détecteur linéaire ne diffère que peu du spectre indiqué ci-dessus.

D'autre part, Dicke [5] a constaté le premier, au voisinage des fréquences les plus basses, la présence d'un spectre anormal. Il donna le nom de *bruit dû aux fluctuations du gain* à ces fluctuations anormales dont l'amplitude est d'autant plus grande que la fréquence est plus proche du zéro.

Nous avons entrepris diverses expériences pour étudier ces fluctuations anormales.

Le dispositif utilisé était celui indiqué par la figure 1. La source de bruit utilisée est une diode anglaise spéciale CV172 débitant, à saturation, dans une résistance de 50 Ω. L'amplificateur sélectif, construit au laboratoire [8], est doté d'une bande passante très faible et est accordable sur une fréquence quelconque entre 3 et 1000 Hz. Le détecteur D_2 est utilisé à niveau constant.



Dans une première mesure, la diode de bruit ne débitant pas, on note la déviation de l'appareil de mesure A ; dans une deuxième mesure, en diminuant l'amplification de tension 1,4 fois au moyen de l'atténuateur, on ajuste le débit de la diode *d* pour obtenir la même indication en A. On reconnaît la méthode classique de mesure des facteurs de bruit [6], [7].

L'ensemble des appareils était alimenté à partir du secteur avec des tensions stables à 2/1000 près, au moyen d'alimentations stabilisées spéciales, qui ont été contrôlées par enregistrement continu.

---

(4) *Hochfr. und Elektr.*, juin 1941.
(5) *Rev. of Scient. Instr.*, 17, 1946, p. 268.
(6) H. T. Friis, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, 32, 1945, p. 419.
(7) H. Goldberg, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, 36, 1948, p. 1205.
(8) J. Mosnier, Diplôme d'Études Supérieures, Paris, 1949.

Les résultats obtenus sont les suivants :

1° Contrairement à ce qu'indique rapidement Dicke, le spectre anormal se distingue encore du spectre normal à 500 Hz (Dicke indique 25 Hz);

2° La forme de ce spectre est insensible, à une affinité près, à la caractéristique du détecteur D_2 (linéaire ou quadratique).

3° La forme du spectre anormal ne varie pas quand le facteur de bruit du récepteur varie. On a étudié un amplificateur à faible bruit (*cascode* accordé à 27 MHz, bande passante 1,5 MHz) de facteur de bruit 1,5 porté à 2 et plus, en désaccordant le circuit d'entrée et un récepteur à 158 MHz, déjà décrit par ailleurs ([9]), et possédant un facteur de bruit de 2,5 à 530 Hz.

Étant données les conditions d'expérience, qui permettent de mettre en évidence toute différence entre le spectre du bruit propre du récepteur et le spectre uniforme des fluctuations du courant d'une diode saturée, quelles que soient les caractéristiques du détecteur D_1, il semble que l'on puisse tirer les conclusions suivantes :

1° Il existe effectivement, dans le récepteur lui-même, une source de fluctuations jusqu'ici passée inaperçue et qui paraît devoir être recherchée dans les lampes elles-mêmes;

2° Le spectre de ces fluctuations est d'allure hyperbolique et l'amplitude n'en devient négligeable par rapport aux fluctuations normales que vers 500 Hz;

3° L'élimination de ces fluctuations parasites, au moyen d'un système de commutation périodique à fréquence audible comme l'a proposé Dicke, doit être faite à plus de 500 Hz pour donner le résultat optimum.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur la désintégration du* ^{14}C.
Note (*) de M. **Robert Bouchez**, présentée par M. Louis de Broglie.

1. La désintégration du ^{14}C possède une période très longue : (5720 ± 47) ans ([1]) et l'énergie maximum de son spectre β est égale à (155 ± 1) keV ([2]); il en résulte que la valeur du produit $F.T \simeq 10^9$, déterminée d'après la méthode de classification des transitions de Konopinski ([3]), correspond à une transition interdite du second ordre. D'autre part, la valeur du moment angulaire total J du ^{14}C a été récemment obtenue par F. A. Jenkins ([4]) égale à zéro;

([9]) J.-L. Steinberg et S. Zisler, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 811.

(*) Séance du 2 janvier 1950.

([1]) A. G. Engelkemeir, W. H. Hamill, M. G. Inghram et Libby, *Phys. Rev.*, 75, 1949, p. 1825.

([2]) L. Feldmann et C. S. Wu, *Phys. Rev.*, 75, 1949, p. 1286.

([3]) *Rev. Modern. Physics*, 15, n° 4, 1943, p. 209 et suiv.

([4]) *Phys. Rev.*, 73, 1948, p. 639.

comme on connaît (5) celui de $^{14}N(J=1)$, il en résulte que la transition $^{14}C \rightarrow {}^{14}N$ s'accompagne d'un changement de J d'une unité seulement.

Un tel changement $\Delta J = 1$ devrait correspondre à une transition permise si l'on admet entre nucléon et leptons l'interaction $\beta\vec{\sigma}$ de Gamow-Teller. Or il semble difficile d'abandonner cette interaction qui donne, seule, des résultats en accord avec l'expérience. L'écart entre les résultats expérimentaux et la théorie se trouve légèrement diminué si l'on suppose que la transition s'effectue avec changement de parité; mais dans ce cas l'opérateur d'interaction $\beta\vec{\alpha}$ effectue la transition et conduit à une période encore trop petite de l'ordre de cinquante ans; en outre les noyaux ^{14}C et ^{14}N appartiennent à la série $4n+2$ et doivent posséder, en première approximation, la même parité.

Sur la base des règles de sélection actuelles de la désintégration β le nuclide ^{14}C se comporte donc d'une façon nettement anormale.

2. Cette importante difficulté se trouve résolue par les hypothèses suivantes :

a. On suppose, d'après le modèle quasi atomique de la structure du noyau (6), que les isobares $^{14}_{6}C$ et $^{14}_{7}N$ sont constitués par deux nucléons commençant une sous-couche $2p : (2p)^2$; les douze autres nucléons forment la configuration complètement saturée $(2p)^8\ (1s)^4$ ayant la symétrie sphérique $L=0$.

b. En première approximation on néglige les corrections de relativité et les couplages non centraux autres que l'interaction spin-orbite; dans cette hypothèse on peut attribuer à ^{14}C et ^{14}N un nombre quantique de moment orbital L bien défini, $^{14}_{6}C$ occuperait un état $^1S_0$, ^{14}N se trouverait en première approximation dans un état $^3D_1$, la proportion d'états $^3S_1$ étant très faible.

3. On a effectué (7) le calcul des probabilités correspondant aux transitions $^1S_0 \rightarrow {}^3D_1$ et $S_0 \rightarrow {}^3S_1$ sur la base de la théorie générale de la désintégration β : les termes principaux donnant la probabilité de transition $^1S_0 \rightarrow {}^3D_1$ correspondent à l'interaction $\beta\vec{\alpha}$ et sont de la forme $\left|\beta\vec{\alpha}\wedge\vec{r}\right|^2 (\alpha z/2)^2\, P_1$: P_1 a la valeur donnée pour les transitions permises par la formule de Fermi, et l'ordre de grandeur de l'élément de matrice nucléaire $\left|\beta\vec{\alpha}\wedge\vec{r}\right|^2$ est $\varepsilon_0^2\, R^2$. La valeur de la période ainsi calculée est de l'ordre de 8.10^{11} secondes alors que l'expérience donne environ 2.10^{11} secondes. En outre la probabilité de la transition $^1S_0$ est environ 10^6 fois plus grande que celle de la transition $^1S_0 \rightarrow {}^3D_1$ une très faible

(5) P. Kusch, S. Mellmann et H. Raki, *Phy. Rev.*, 55, 1939, p. 1176.

(6) *Voir* en particulier H. A. Bethe et R. F. Bacher, *Rev. Mod. Phys.*, p. 8-82; L. Rosengeld, *Nuclear Forces*, 1948; E. Feenserg, K. L. Hammack et L. W. Nordheim, *Phys. Rev.*, 75, 1949, p. 1968.

(7) Pour les notations, *voir* R. Bouchez, S. R. de Groot, R. Nataf et H. A. Tolhoeck, *J. Phys. Rad.* (sous presse).

proportion d'états $^3S_1$ permettrait d'expliquer la légère différence entre les valeurs expérimentale et théorique de la période

On remarque enfin que les termes principaux considérés ci-dessus conduisent à une *forme de spectre permise*. L'analyse expérimentale du spectre effectuée par C. S. Cook, L. M. Langer et H. C. Price ([8]) donne sensiblement une forme permise avec toutefois de légers écarts pouvant provenir soit de termes secondaires environ 100 fois plus faibles tels que $\left|\beta\vec{\sigma}\right|^2(\alpha z/2)^2 p^2 R^2 P_1$ que nous avons négligés dans nos calculs précédents soit d'un *effet d'épaisseur* de la source. De plus les récents résultats expérimentaux de L. Feldman et C. S. Wu ([2]) indiquent nettement une forme permise du spectre β jusqu'à des énergies aussi faibles que 25 keV.

4. Les calculs effectués, compatibles avec nos hypothèses sur la structure nucléaire et les interactions entre nucléons, permettent d'expliquer et la forme permise du spectre β du ^{14}C et sa période anormalement longue (interdiction du 2e ordre) qui se trouve liée à la grande différence $\Delta L = 2$ des nombres quantiques de moment orbital entre ^{14}C et ^{14}N. L'ordre d'interdiction se trouve ainsi donné par ΔL.

Cette remarque est générale comme l'indique d'ailleurs R. Nataf (*Comptes rendus*, 230, 1950, Note à paraître) : on obtient ainsi pour les processus de désintégration β des règles de sélection plus précises que celles de Konopinski ou de Gamow-Teller, mais elles nécessitent aussi une connaissance plus détaillée de la structure du noyau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Inactivité chimique du permanganate de potassium adsorbé.* Note (*) de M. **Albert Tian**, présentée par M. Louis Hackspill.

On constate souvent une plus grande réactivité chez les corps adsorbés que celle présentée par les mêmes corps à l'état ordinaire. C'est ainsi que beaucoup de réactions entre gaz ne se manifestent qu'en présence d'un métal qui les adsorbe. Il est donc encore plus curieux de constater combien, à cet état, se trouvent diminuées, presque annulées, les propriétés d'une substance telle que le permanganate de potassium, qui est pourtant un des agents chimiques les plus actifs.

En effet si l'on fait naître un précipité de SO_4Ba au sein d'une solution de ce sel, on obtient un précipité dont la teinte varie avec la concentration de la solution permanganique : en solution concentrée (N/2) on a une poudre couleur cyclamen, qui est seulement rougeâtre pour une solution plus

---

([8]) *Phys. Rev.*, 74, 1948, p. 548.

(*) Séance du 23 janvier 1950.

étendue (N/20); en milieu plus dilué (N/200) le précipité est rose clair. Tous ces précipités ne sont pas modifiés par les corps qui réduisent ordinairement les permanganates de manière énergique, tels que les acides sulfureux, sulfhydrique, iodhydrique, les sels ferreux et stanneux, les acides concentrés et chauds chlorhydrique et oxalique. Même les réducteurs les plus puissants, hydrosulfites et acide hypophosphoreux, sont sans action. Cette inactivité chimique se constate après un contact assez prolongé. Toutefois si l'action du réducteur se poursuit en liquide aqueux pendant plusieurs jours, la teinte du précipité semble faiblir. Sans mettre en cause l'inertie chimique du corps adsorbé, on doit expliquer ce lent affaiblissement par celui que provoque l'eau pure qui, par suite de la réversibilité de l'adsorption, arrive à libérer peu à peu, mais très lentement, le permanganate. On peut constater, en effet, lorsqu'on traite par l'eau (surtout chaude) un précipité très coloré, que le liquide filtré est appréciablement rose.

La stabilité de ces poudres barytiques se manifeste encore si on les expose au Soleil ou si on les chauffe pendant des semaines à 70°. Il en est de même si ces traitements sont réalisés en présence d'huile de lin. On dispose donc ainsi de nouveaux pigments minéraux intéressants par leurs teintes, peu communes parmi les substances minérales, et remarquables par une stabilité tout à fait inattendue.

Ces produits d'adsorption offrent de l'intérêt à un autre point de vue, celui de leur pouvoir oxydant. Lorsqu'on les humecte avec une quantité d'eau faible vis-à-vis de leur masse, par suite de la réversibilité de l'adsorption, on reproduit sensiblement la solution permanganique qui a été en équilibre avec le précipité au moment de sa formation et cela quelle que soit la grosseur des particules de l'adsorbant. En vertu de la loi de modération applicable à tous les équilibres, la teneur en permanganate se maintient à peu près constante si ce sel tend à être réduit, considération importante lorsque le liquide ne renferme que *très peu* de ce corps oxydant. On peut donc constituer des systèmes qui, ayant sous un pH donné, un rH fixe, possèdent une activité oxydante bien déterminée. Comme conséquence, le pouvoir antiseptique de chacune de ces poudres barytiques, appartenant au permanganate de potassium, doit être pratiquement constant et gradué suivant sa teinte.

PHYSICO-CHIMIE. — *Étude de la structure de quelques dérivés thiophénés du mercure.* Note de Mlle **Irène Kadomtzeff**, présentée par M. Paul Pascal.

Longtemps on a considéré les dérivés thiophénés du mercure comme des produits de pure curiosité, puis, une fois la technique de leur préparation mise au point, on s'est aperçu de leur intérêt en chimie biologique. Pourtant jusqu'à présent on ne les a jamais étudiés en chimie physique. C'est cette lacune que nous cherchons à combler en étudiant

les propriétés diélectriques et magnétiques des plus simples d'entre eux, savoir :

S —Hg— S S —Hg—Cl S —Hg—I

I— S —Hg— S —I et I— S —Hg—Cl

Ils ont été préparés par M. Bourland.

Nous n'avons pu mesurer les moments dipolaires que pour les dérivés symétriques car, seuls, ils étaient faiblement solubles dans le dioxane; leurs solubilités sont de l'ordre de 10^{-2} pour le dithiophène-mercure et de 10^{-3} pour le diiododithiophène-mercure. Nous avons effectué les mesures en solution à 30° par la méthode des battements hétérodynes. Nous avons également déduit les réfractions moléculaires par extrapolation des indices des solutions. Nous avons mesuré les susceptibilités magnétiques grâce à la balance de Pascal et calculé les valeurs de Hg d'après la règle d'additivité en tenant compte de l'effet de substitution sur le noyau du thiophène.

Voici les résultats obtenus :

	χ_M.	χ_{Hg}.	R_D.	P.	μ.
S —Hg— S	$128{,}4.10^{-6}$	$25{,}8.10^{-6}$	91	108	$(1{,}15 \pm 0{,}05)$D
I— S —Hg— S —I	208,5	15,6	137	351	$(3{,}21 \pm 0{,}1)$D
S —Hg—Cl	110,3	38,9	–	–	–
S —Hg—I	114,7	28,8	–	–	–
I— S —Hg—Cl	151,4	35,8	–	–	–

Calculons les moments des deux dérivés symétriques dans le cas suivant : le moment du thiophène est de 0,52 à 0,57, les angles de valence du mercure sont à 180°, les deux noyaux du thiophène sont dans le même plan. Prenons pour les angles du thiophène les valeurs données par Schomaker et Pauling (1),

(1) *J. Am. Chem. Soc.*, 61, 1939, p. 1769.

à savoir

$$\widehat{C-S-C}: 91^\circ \pm 4, \qquad \widehat{S-C=C}: 112^\circ = \pm 3, \qquad \widehat{C=C-C}: 113^\circ \pm 3,$$

et supposons comme le font Keswani et Freiser ([2]), que les liaisons agissent selon les bissectrices des angles correspondants des noyaux. On trouve alors pour le moment du dithiophène-mercure 1,0 à 1,1 et 3,0 à 3,15 pour celui du diiododithiophène-mercure. On peut donc en conclure que l'effet d'induction des deux atomes d'iode est à peu près négligeable, grâce à leur éloignement.

L'effet de substitution en 2 et 5 sur le noyau du thiophène n'influe pas sensiblement sur son état de résonance comme l'avaient déjà noté Keswani et Freiser. La dépréciation magnétique observée serait donc plutôt due à un effet de compression par suite de la présence de radicaux plus lourds, comme on l'observe en général pour les dérivés alcoylmercuriques ([3]). Les valeurs obtenues pour les deux dérivés monohalogénés s'expliquent de la même façon. Il n'y a donc pas d'interaction sensible des 2 halogènes dans (I—thiophène—HgCl, noyau S) car ils sont trop éloignés. La dépréciation due à la substitution de l'iode sur le noyau est du même ordre que pour le diiododithiophène-mercure. Par contre, l'effet est bien plus marqué pour l'iode directement rattaché au mercure à la place du chlore. Cela proviendrait sans doute de l'augmentation brusque de la masse du radical rattaché au mercure et aussi sans doute d'une variation de degré ionique de la liaison Hg-halogène que nous n'avons malheureusement pas pu évaluer, car ces produits étaient insolubles dans les solvants non polaires.

On peut donc conclure : 1° que la structure des dérivés mercuriques dithiophénés est analogue à celle du mercure-diphényle; 2° que l'effet de dépréciation magnétique est d'autant plus élevé que la substitution est plus proche du mercure. C'est donc l'état électronique du noyau de métal qui serait le plus affecté par elle.

ÉLECTROCHIMIE. — *L'oxydation anodique du ferro-chrome dans une solution de potasse.* Note de M. **Chu Yung-Chao**, présentée par M. Louis Hackspill.

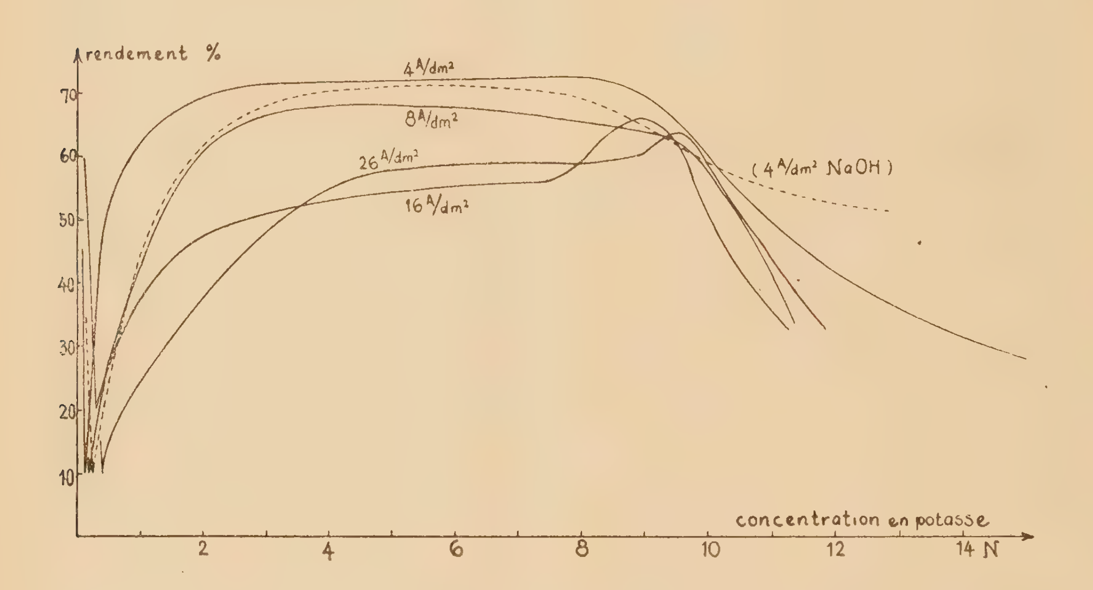
Dans une Note précédente ([1]) nous avons étudié l'oxydation anodique du ferro-chrome dans une solution de soude et précisé, pour différentes densités de courant, la variation du rendement en fonction de la concentration en soude du bain. Nous en avons repris l'étude dans une solution de potasse avec le même dispositif que précédemment.

([2]) *J. Am. Chem. Soc.*, 71, 1949, p. 218.

([3]) Pascal, *Comptes rendus*, 159, 1914, p. 429; Grignard, II, p. 571.

([1]) J. Besson et Chu Yung-Chao, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 207.

L'anode utilisée contient 66,5 % de Cr, 22,3 % de Fe et 11,2 % de C, ce qui correspond à un rendement théorique maximum de 72 % environ. La température est maintenue à 22°-24° C. La figure indique les courbes de rendement obtenues.



Leur aspect général est analogue à celui des courbes relatives à une solution de soude. En particulier on retrouve le minimum aigu déjà observé. On remarquera néanmoins les différences suivantes :

1° Dans des conditions analogues, le rendement est plus élevé dans la potasse que dans la soude, pour des concentrations comprises entre celle du minimum et 10 N environ (*voir* la courbe en traits interrompus pour la soude). La tension aux bornes est plus faible et l'énergie nécessaire peut s'abaisser au mieux, dans les conditions expérimentales utilisées, à 2 kWh par kilogramme de chromate de potassium formé.

2° Pour une faible densité de courant (4 A/dm²), le rendement atteint pratiquement son maximum théorique à partir d'une concentration en potasse égale à 2,5 N et reste presque constant jusqu'à 8 N. L'anode est alors recouverte, comme dans le cas de la soude, d'une pellicule d'oxyde de fer. Au delà, le rendement décroît beaucoup plus rapidement que dans la soude. Quand la concentration dépasse 10 N, la pellicule disparaît.

3° Pour de très fortes densités de courant (16-26 A/dm²), le rendement croît constamment jusqu'à 8 N environ, puis monte brusquement à un maximum vers 9-9,5 N, tandis que la pellicule d'oxyde devient de plus en plus mince. Ce n'est qu'après ce maximum que le rendement tombe brusquement ; la pellicule disparaît alors complètement.

4° Quelle que soit la densité de courant, la pellicule d'oxyde ferrique ne se

forme donc plus pour une concentration en potasse supérieure à 10 N. La solution, après filtration, est alors verte. Cette coloration disparaît au bout de quelques jours avec précipitation d'un peu d'hydroxyde ferrique colloïdal et laisse place à la coloration jaune normale du chromate. Elle est vraisemblablement due à la formation de ferrite de potassium ([2]). Il est possible que ce ferrite provienne de la réduction cathodique du ferrate qui se forme dans ces conditions. En outre le bain d'électrolyse dégage par dilution un volume considérable d'oxygène, tandis que le dégagement de ce gaz à l'anode reste très faible pendant l'électrolyse.

Tous ces phénomènes sont particuliers à la potasse. En solution concentrée de soude, en effet, la pellicule d'oxyde ferrique ne disparaît que pour une très forte densité de courant, 30 A/dm^2 par exemple; la solution reste jaune ou rougeâtre et ne dégage pas d'oxygène par dilution.

On peut interpréter ces résultats de la façon suivante : deux phénomènes contraires se produisent simultanément. D'une part la dissolution anodique de la pellicule à l'état de ferrate favorise l'oxydation anodique du ferro-chrome en chromate. D'autre part, en solution très concentrée, une partie de plus en plus considérable du courant est perdue par formation soit d'eau oxygénée, soit d'un excès de ferrate, décomposés par dilution ultérieure avec dégagement d'oxygène.

Signalons enfin que, contrairement aux résultats de Thompson ([3]), une augmentation de température produit, dans la potasse comme dans la soude, une augmentation notable du rendement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les arséniates mercuriques.* Note (*) de MM. **Henri Guérin** et **Robert Boulitrop**, présentée par M. Paul Lebeau.

Nous avons étendu au système $As_2O_5 — OHg — OH_2$ les recherches effectuées par l'un de nous sur d'autres arséniates. L'établissement du diagramme d'équilibre à 60° nous a permis de mettre en évidence les propriétés caractéristiques suivantes :

1° Les solutions obtenues ne contiennent que des quantités très faibles de mercure (de l'ordre de 10^{-2} % en Hg) et sont pratiquement définies par leur seule teneur en anhydride arsénique. Cette faible solubilité des arséniates de mercure dans l'acide arsénique explique l'extrême lenteur des réactions étudiées.

2° Deux sels ont été isolés : *l'orthoarséniate trimercurique* $As_2O_5.3OHg$ existant en présence des solutions titrant moins de 38,1 % d'anhydride arsé-

([2]) G. Grube et H. Gmelin, *Zeits. Elektrochem.*, 26, 1920, p. 459.
([3]) *Trans. Am. Electrochem. Soc.*, 46, 1924, p. 51.

(*) Séance du 23 janvier 1950.

nique et le *métaarséniate monomercurique* $As_2O_5.OHg$, stable au contact de solutions plus acides. L'arséniate bimercurique ne semble pas devoir exister dans ces conditions.

Le premier de ces sels $(AsO_4)_2Hg_3$ se présente en microcristaux jaunes en forme d'aiguilles, agissant sur la lumière polarisée. Il est pratiquement insoluble dans l'eau, mais se dissout dans les solutions de chlorures alcalins en donnant toute une série de chloroarséniates complexes dont la couleur va du jaune au brun. Cette formation de sels doubles explique pourquoi il est impossible de préparer ce composé par double décomposition entre une solution d'arséniate alcalin et le chlorure mercurique. On peut, au contraire, l'obtenir en substituant à la solution de chlorure, une solution de nitrate. Lorsqu'on verse lentement la liqueur d'arséniate disodique dans la solution mercurique, en présence de germes provenant d'une opération antérieure, il précipite en cristaux chatoyants.

Ce sel se décompose dès 575°, selon l'équation de dissociation :

$$As_2O_5.3OHg = As_2O_5.OHg + O_2 + 2Hg,$$

avec formation de métaarséniate.

Le deuxième composé que nous avons pu isoler est précisément ce métaarséniate $As_2O_5.OHg$. C'est un sel blanc, microcristallin, qui se sublime dans le vide à 625°; il s'hydrolyse très lentement en donnant de l'orthoarséniate trimercurique. On le prépare également par l'action d'une solution d'anhydride arsénique très concentrée (70 %) sur l'orthoarséniate trimercurique; l'acide arsénique en excès qu'il retient peut être éliminé par un lavage rapide à l'eau ou mieux à l'éther anhydre. La préparation par pyrolyse est toutefois plus pratique.

En résumé l'étude du système $As_2O_5—OHg—OH_2$ nous a permis de préciser les conditions de formation et de stabilité de l'orthoarséniate trimercurique et du métaarséniate monomercurique, seuls composés définis, mis en évidence à 60°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles réactions de l'amino-2 méthyl-4 thiazol iodé ou bromé.* Note de Mlle **Yvonne Garreau**, présentée par M. Marcel Delépine.

J'ai montré précédemment [1] que les sels des dérivés halogènes de l'amino-2 méthyl-4 thiazol perdent facilement leur atome d'halogène en solution aqueuse, le dérivé iodé élimine son iode à l'état de métalloïde et le dérivé bromé provoque l'apparition d'iode en présence d'un iodure.

---

[1] *Comptes rendus*, **218**, 1944, p. 597, **222**, 1946, p. 963, **226**, 1948, p. 1022.

Deux nouvelles réactions mettent en évidence le caractère *positif* de l'iode et du brome dans ces combinaisons.

La première est l'action des composés éthyléniques. Parmi ceux que j'ai expérimentés : acide fumarique, acide aconitique, alcool allylique, seul ce dernier donne des résultats nets.

A 0,15 mol-g de chlorhydrate d'amino-2 méthyl-4 thiazol iodé, dissous dans 225^{cm^3} d'une solution d'acide chlorhydrique au 1/3, on ajoute 35^{cm^3} d'alcool allylique puis on chauffe à reflux, au bain-marie bouillant pendant 25 minutes.

Le mélange qui a un peu bruni est épuisé à l'éther. Le résidu de l'évaporation de celui-ci est distillé dans le vide, ce qui permet d'isoler 11^g d'un liquide $É_2$ 62-63°. Sa composition centésimale correspond à un produit d'addition chloroiodé de l'alcool allylique C_3H_6OClI.

Si l'on part du chlorhydrate d'amino-2 méthl-4 bromo-5 thiazol, il est nécessaire de chauffer 8 heures pour que la réaction soit complète, puis un produit chlorobromé de l'alcool allylique : C_3H_6OClBr, $É_{19}$ 98° peut être isolé.

Les eaux-mères chlorhydriques évaporées à sec laissent déposer des cristaux de chlorhydrate d'amino-2 méthyl-4 thiazol caractérisé, après libération de la base par la soude, extraction à l'éther, puis traitement par l'anhydride acétique, à l'état d'acétyl-amino-2 méthyl-4 thiazol F 134-135°.

La réaction peut donc s'écrire

$$\begin{array}{c} CH_3-C=\!=\!=CX \\ \mid \qquad\quad \mid \\ N \quad\quad S \\ C-NH_2 \end{array} + ClH + CH_2=CH-CH_2OH \rightarrow \begin{array}{c} CH_3-C=\!=\!=CH \\ \mid \qquad\quad \mid \\ N \quad\quad S \\ C-NH_2 \end{array} + C_3H_6OClX$$

(X=I ou Br).

J'ai réussi à étendre cette réaction à la N-bromo-acétamide.

Par contre la *p*-iodoaniline, pour laquelle Nicolet (²) a signalé le caractère positif de l'hydrogène, ne donne pas d'alcool allylique chloroiodé.

L'amino-2 méthyl-4 chloro-5 thiazol ne libère pas d'iode en présence d'iodure de potassium, il ne fournit pas non plus de dérivé chloré avec l'alcool allylique, même après 24 heures de chauffage.

Lorsqu'on traite par l'acide chlorhydrique la *p*-iodoaniline, la di-iodoaniline prend naissance en même temps que l'aniline, ainsi que l'a montré Nicolet (²), qui émet l'hypothèse de la formation intermédiaire de chlorure d'iode.

$$IC_6H_4NH_2 + HCl \rightarrow ClI + C_6H_5-NH_2$$

$$ClI + I\langle\!\!\bigcirc\!\!\rangle NH_2 \rightarrow HCl + \overset{I}{I\langle\!\!\bigcirc\!\!\rangle} NH_2$$

Il est très possible qu'un mécanisme semblable soit valable dans le cas des réactions que je viens de décrire.

(²) *J. of Am. Chem. Soc.*, 49, 1927, p. 1796, 1801, 1806, 1810.

Cela est en accord avec le fait qu'en milieu chlorhydrique, le chlorure d'iode, ajouté lentement s'additionne sur l'alcool allylique, pour donner le produit chloroiodé décrit ci-dessus.

J'ai alors essayé d'ioder l'aniline en la traitant en milieu chlorhydrique par le chlorhydrate d'amino-2 méthyl-4 iodo-5 thiazol, sans obtenir autre chose que des substances goudronneuses ne contenant pas d'iode.

Une autre réaction de l'amino-2 méthyl-4 thiozol iodé ou bromé consiste à saturer d'hydrogène sulfuré une solution aqueuse, à $0^{g},5$ dans 30^{cm^3} de son chlorhydrate. A froid, en 5 heures, le dérivé iodé donne 77 % de la quantité théorique de soufre, en même temps que du chlorhydrate d'amino-2 méthyl-4 thiazol qu'on peut isoler par évaporation. Le dérivé bromé donne également du soufre, mais plus lentement et avec un rendement moindre 50 %. L'amino-2 méthyl-4 thiazol peut également être caractérisé dans le filtrat.

Cette fois encore le chlorhydrate d'amino-2 méthyl-4 thiazol chloré ne réagit pas.

En résumé, j'ai fait connaître deux nouvelles réactions des chlorhydrates d'amino-2 méthyl-4 thiazols iodés et bromés, qui montrent bien le caractère positif de l'halogène, ce sont : la chloroioduration ou chlorobromuration de l'alcool allylique, ainsi que l'oxydation de l'hydrogène sulfuré.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude d'une réaction de formation des esters sulfuriques des phénols.* Note de MM. **Jacques Parrod** et **Laszlo Robert**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'anhydride sulfurique forme avec les bases tertiaires des combinaisons d'addition, dans lesquelles deux électrons de l'azote viennent compléter l'octet du soufre.

En milieu alcalin, elles se décomposent en donnant la base et un sulfate, mais en présence de phénol, on observe simultanément l'apparition d'un phénylsulfate

$$R'\!:\!\overset{\displaystyle R}{\underset{\displaystyle R''}{\overset{..}{\underset{..}{N}}}}\!:\!\overset{\displaystyle O}{\underset{\displaystyle O}{\overset{..}{\underset{..}{S}}}}\!:\!O + C_6H_5OH \rightarrow C_6H_5OSO_3H,\ N\begin{matrix} \diagup R \\ - R' \\ \diagdown R'' \end{matrix}$$

Cette réaction, signalée par P. Baumgarten [1] à partir du dérivé de la pyridine, fut étendue aux produits d'addition d'autres amines : trialcoylamines, N-méthylmorpholine, N-éthylpipéridine [2], mais on ne trouve pas de travaux destinés à en élucider le mécanisme.

---

[1] *Ber. d. chem. Ges.*, 59, 1926, 1976.

[2] Hans Z. Lecher, M. Scalera et E. M. Hardy, Brevet américain 2.402.647, 1944.

Afin d'aborder celui-ci, nous avons tout d'abord cherché comment varie le rendement en ester sulfurique, en fonction des conditions expérimentales, ainsi que de la nature du phénol. C'est le dérivé de la triméthylamine que nous avons utilisé, en raison de sa facile purification par simple cristallisation dans l'eau chaude.

Le dosage des esters sulfuriques formés repose sur leur stabilité en milieu alcalin et leur hydrolyse en milieu acide. Encore fallait-il s'assurer de cette stabilité, de l'achèvement de la réaction, ainsi que de l'absence de réactions secondaires, conduisant à des produits de sulfonation du noyau, stables en présence d'acides. Nous pensons que la technique suivante répond à ces conditions.

La solution contenant les substances à mettre en réaction (1/2000 mol-g de chacun d'eux) et une quantité déterminée de carbonate de sodium est chauffée au thermostat. Après un certain temps, on étend d'eau, ajoute un excès de solution de chlorure de baryum. Le précipité filtré, lavé à l'eau, puis à l'acide chlorhydrique, donne les sulfates libres. Le filtrat est additionné de 5$^{cm^3}$ de soude normale et chauffé 1 heure à 100°. On acidifie par l'acide acétique; si la totalité du précipité disparaît, cela signifie que la combinaison $(CH_3)_3N, SO_3$ avait été complètement décomposée et que l'ester sulfurique est stable. L'acide sulfurique conjugué est déterminé ensuite par chauffage prolongé en milieu chlorhydrique, puis pesée du sulfate de baryum formé. On vérifie que le poids total des acides sulfuriques libre et conjugué correspond, de 0 à + 3 % près, à celui de la combinaison sulfurique mise en expérience.

Dans les tableaux ci-dessous nous n'avons indiqué que les rendements en esters sulfuriques, le chiffre théorique étant 100.

$t = 100°$; durée : 2 heures. Phénol 1/2000 mol-g;
$N(CH_3)_3 + SO_3$: 1/2000 mol-g. Volume 13 cm^3.

		Crésol		
CO_3Na_2.	Phénol.	*o.*	*m.*	*p.*
1/2000 mol-g..............	68,7	51,1	67,1	66,0
2/2000 »	62,0	47,9	61,6	59,4
3/2000 »	55,5	42,2	56,7	55,8
4/2000 »	55,1	–	–	–

	Acide hydroxybenzoïque			Chlorophénol	
	o.	*m.*	*p.*	*o.*	*p.*
1/2000 mol-g..............	–	–	–	69,4	82.6
2/2000 »	–	68,5	62,9	62,1	69,8
3/2000 »	0,8	67,2	56,9	40,6	66,6
4/2000 »	0,7	62,5	48,8	–	–
5/2000 »	0,9	60,4	42,8	–	–

$t = 100^{\circ}$; durée : 2 heures. Phénol 1/2000 mol-g;
$N(CH_3)_3 + SO_3$: 1/2000 mol-g; CO_3Na_2 : 3/2000 mol-g.

Volume de la solution.	Phénol.	Nitrophénol. o.	m.	p.
15 cm³	55,8	13,9	51,8	25,2
20 »	50,0	11,0	48,0	23,0
30 »	43,1	8,1	41,6	20,0
50 »	35,2	5,1	34,9	–

$t = 50^{\circ}$; durée : 90 heures.
Autres conditions identiques à celles du tableau précédent.

Volume de la solution.	Phénol.	o.	m.	p.
5 cm³	–	33,9	83,9	53,1
15 »	76,9	30,8	75,1	43,9
20 »	72,9	–	73,0	42,1
30 »	65,2	–	71,0	39,9

On voit que le rendement en ester sulfurique décroît lorsque l'alcalinité, la dilution ou la température augmentent. Il varie aussi d'un phénol à l'autre, le dérivé *ortho* donne moins de sulfoconjugués que ses isomères *méta* et *para*, et cette relation paraît indépendante des conditions d'expériences. Dans le cas de l'acide salicylique, il ne se forme pratiquement pas d'ester sulfurique; cependant celui-ci, qui peut être préparé par d'autres moyens, est parfaitement stable en milieu alcalin ([3]). Dans ce cas il est probable que la liaison de l'hydrogène phénolique au carboxyle empêche la réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation par le nickel de Raney de la cinnamalméthylhexylcétone.* Note de M. **Zafiris Zafiriadis**, présentée par M. Marcel Delépine.

Poursuivant notre étude sur l'hydrogénation par le nickel de Raney des cétones du groupe cinnamal ([1]), nous avons été amené à préciser les conditions d'hydrogénation de la cinnamalméthylhexylcétone phényl-1 undécadiène-1, 3 one-5 [$(C_6H_5.CH = CH.CH = CH.CO.C_6H_{13})(C_{17}H_{22}O)$].

Préparation de la cinnamalméthylhexylcétone. — Nous avons préparé cette cétone en condensant l'aldéhyde cinnamique avec la méthylhexylcétone, à froid et en présence d'alcoolate de sodium. Nous avons suivi une technique semblable à celle de la préparation de la cinnamalméthyléthylcétone ([2])

([3]) M. Loeper, J. Cottet et J. Parrod, *C. R. Soc. Biol.*, 135, 1941, p. 917.

([1]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 852.

([2]) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 731.

La cinnamalméthylhexylcétone ainsi obtenue se présente sous la forme d'une poudre jaune ayant un point de fusion de 68°.

Hydrogénation de la cinnamalméthylhexylcétone. — Nous avons dissous cette cétone dans son poids d'acétate d'éthyle, nous avons ajouté 5 % de nickel de Raney et nous avons hydrogéné pendant 3 heures à 40° et à 100^{atm} de pression. Nous avons obtenu ainsi la cétone saturée correspondante, la phényl-1 undécanone-5 [$C_6H_5(CH_2)_4CO.C_6H_{13}$] ($C_{17}H_{26}O$) possédant les constantes suivantes : $É_{20}$ 215-216°; n_D^{20} 1,5112; d_4^{20} 0,951.

Hydrogénation de la phényl-1 undécanone-5. — Cette cétone, avec 5 % de nickel de Raney, hydrogénée pendant 3 heures à la température de 130° sous une pression de 100^{atm}, donne l'alcool correspondant, le phényl-1 undécanol-5 [$C_6H_5(CH_2)_4CH(OH).C_6H_{13}$] ($C_{17}H_{28}O$) qui possède les constantes suivantes; $É_{18}$ 220-221°; n_D^{20} 1,5131; d_4^{20} 0,948.

Hydrogénation du phényl-1 undécanol-5. — Pour passer au produit cyclanique correspondant nous avons hydrogéné cet alcool pendant 12 heures avec 10 % de nickel de Raney, à la température de 260° et sous une pression de 100^{atm}. Le cyclohexyl-1 undécanol-5 [$C_6H_{11}(CH_2)_4CH(OH).C_6H_{13}$] ($C_{17}H_{34}O$) ainsi obtenu possède les constantes suivantes : $É_{20}$ 211-212°; n_D^{20} 1,4721; d_4^{20} 0,880.

De cet alcool nous avons pu obtenir, par oxydation au bichromate en milieu acétique, la cyclohexyl-1 undécanone-5 [$C_6H_{11}(CH_2)_4CO.C_6H_{13}$] ($C_{17}H_{32}O$) qui possède les constantes suivantes : $É_{20}$ 205-206°; n_D^{20} 1,4652; d_4^{20} 0,882.

Conclusion. — Ce travail confirme les conclusions tirées de l'hydrogénation de la cinnamalméthyléthylcétone ([2]) et de la cinnamalméthylisobutylcétone ([3]) : On ne remarque pas de différences notables dans les conditions d'hydrogénation au nickel de Raney des cétones du groupe cinnamal, en faisant varier leur radical aliphatique.

GÉOLOGIE. — *Observations sur le Crétacé moyen dans le Sud-Ouest des Alpes-maritimes.* Note de M. **Jacques Fromaget**, présentée par M. Charles Jacob.

Cette Note fait suite à ma communication sur le Crétacé inférieur de la même région ([1]). Elle fournit de nouvelles observations sur le Crétacé moyen, pour lequel les travaux de E. Hébert, E. Fallot, W. Kilian et surtout de Ch. Jacob ont apporté une contribution capitale.

Au cours de la régression post-barrémienne, la vallée supérieure du Loup

---

([3]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 250.

([1]) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 312.

ne fut pas émergée : on y observe en effet, entre les deux bastides de la Vallette, une succession normale allant du Jurassique au Cénomanien, avec notamment du Bedoulien calcaire qui m'a donné *Douvilleiceras cornuelianum* et des marnes du Gargasien m'ayant fourni *Hoplites furcatus* et passant à l'Albien.

Dans la vallée de la Lane, le Bedoulien n'est pas connu.

L'Albien est transgressif; à Gourdon il débute par des brèches appartenant à la zone à *Leymeriella tardefurcata* et contenant des fossiles remaniés du Barrémien (Ch. Jacob); il supporte des marnes glauconieuses à nodules phosphatés, avec la faune à *Hoplites dentatus*. Cette dernière formation réduite à des témoins d'importance variable marque l'avant de la transgression albienne; elle affleure à Saint-Vallier, Gourdon, dans les vallons de Clars (Escragnolles) et de Beiral, à l'Est de Valferrière, à la Clue, Andon et dans la vallée du Loup. L'Albien repose sur les calcaires corrodés et oxydés du Barrémien, du Néocomien, et du Jurassique supérieur. Une légère régression accompagne le dépôt du Vraconien, dont la limite méridionale, en retrait, suit une ligne un peu sinueuse, passant par Clars, le vallon de Beiral, Canaux et Caussols. Mais cet étage n'atteint son plein développement que dans la dépression jalonnée par Caille et la vallée du Loup où ses dépôts m'ont fourni des fossiles. Le Vraconien présente partout les mêmes faciès : ce sont des marnes sableuses, foncées, très glauconieuses avec des lits de nodules gris bleu, calcaires ou siliceux, plus fréquents vers le haut. Dans la vallée du Loup, j'ai reconnu ses deux principaux horizons : l'inférieur à *Pervinquieria inflata* et *Turrilites bergeri*, près de la Basse Vallette, et à *Durnovarites subquadrata* à l'Ouest de Caille; le supérieur avec *Stoliczkaia dispar*, entre Caille et Andon et à l'Est de cette localité. *Inoceramus concentricus* est fréquent dans ces formations. J'ai observé dans les couches supérieures la coexistence de *Stoliczkaia dispar* et d'un *Acanthoceras* du Cénomanien : *A. falloti*.

Au-dessus de cet horizon de passage le Cénomanien plus pauvre en glauconie, jaunâtre, étage ses bancs calcaréo-marneux et plus ou moins gréseux jusqu'au Turonien. Ses faunes sont néritiques et littorales. Le Cénomanien, transgressif vers le Sud, déborde tous les autres dépôts du Crétacé et repose souvent sur le Jurassique supérieur. Les fossiles qu'il m'a fournis permettent d'y distinguer sept niveaux; ce sont à partir de sa base :

1° Marnes grises avec calcaires à *Acanthoceras martimpreyi*, *A.* nov. sp. aff. *A. jimboi* et Orbitolines rares;

2° Marno-calcaires riches en Orbitolines avec *Mantelliceras mantelli*, *A. confusum*, *A. cunningtoni* et autres Mollusques;

3° Marnes argileuses avec calcaires sporadiques à *Acanthoceras vicinale*, *Exogyra columba minor* et *media*, autres Lamellibranches, etc.;

4° Calcaires grumeleux jaunâtres, riches en *Exogyra columba minor* et *media*, *Acompsoceras sarthense*, *A. cf. newboldi*, *A. cf. pentagonum*;

5° Calcaires noduleux, grumeleux et glauconieux avec, près de Gourdon, une nombreuse faune de Mollusques notamment : *Nautilus triangularis, Acanthoceras rotomagense, A. cenomanense, A. gentoni, A. newboldi, Sharpeiceras florencæ, Schloenbachia varians, Turrilites costatus*;

6° Grès-marneux à *Calycoceras naviculare* et *Acanthoceras haugi*; latéralement, cet horizon serait remplacé par des calcaires gréseux à *Exogyras columba major* qui occupent aussi le niveau ci-après ;

7° Marnes blanches à (?) *Vascoceras cf. gamai, Acanthoceras woolgari* et *Exogyra columba media* (beaucoup à large crochet). Cet horizon passerait au Turonien.

Les observations suivantes donnent un aperçu du relief sublittoral, au cours de la transgression cénomanienne :

a. Au Nord de Gourdon, sous le signal du Thiey, à la Colette d'Escragnolles et au Gras, l'horizon à *Acanthoceras martimpreyi* transgresse soit sur les calcaires tithoniques (Gourdon, les Gras), soit sur le Barrémien (Le Thiey), soit sur l'Albien (Colette d'Escragnolles);

b. au Thoronet (Gourdon), à la Malle et à Saint-Vallier, c'est par l'horizon n° 2 à Orbitolines que débute la transgression, tantôt sur le Jurassique supérieur (la Malle), tantôt sur l'Hauterivien (Thoronet) ou sur le Jurassique supérieur, le Barrémien ou l'Albien moyen (Saint-Vallier) ;

c. auprès de l'Embarnier et à l'entrée du vallon de Beiral, la transgression débute, sur les calcaires portlandiens, par le Cénomanien moyen n° 5, riche en Mollusques ;

d. enfin, dans la région de Mons, l'étage présente un complexe transgressif sur le Tithonique. Ce sont des grès et poudingues à Orbitolines et petites Exogyres striées reposant par endroits sur des calcaires à Orbitolines ou à petites Exogyres et contenant des intercalations de grès à *Exogyra columba minor* et *media*, des lits sableux, des marnes et des calcaires blancs avec les mêmes Exogyres, Ostrea, etc. Ces formations ont été partiellement considérées comme tertiaires. Leurs poudingues contiennent des galets de rhyolites et de silex roses qui existent aussi dans les calcaires à Orbitolines de l'Embarnier.

En résumé, la région des plateaux qui dominent Grasse fut presque entièrement émergée à la fin du Barrémien ; seule, la dépression du Loup, existant déjà au Valanginien, était occupée par la mer et l'est restée jusqu'au Crétacé supérieur. Pendant l'Albien moyen, de faibles oscillations amenèrent une légère transgression marine accompagnée de dépôts terrigènes jusqu'au Sud du parallèle de Saint-Vallier. Au Vraconien, cette zone marginale fut de nouveau émergée et érodée ; aussi la transgression cénomanienne recouvrit-elle l'un quelconque des terrains entre le Jurassique supérieur et l'Albien moyen. Par ailleurs, l'existence dans les poudingues de Mons, de galets de rhyolites et d'argiles blanches dans leur ciment montre que les Massifs de l'Estérel et de Tanneron étaient émergés au Cénomanien.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles considérations géologiques sur l'axe granitique Nantes-Parthenay.* Note de M. **Gilbert Mathieu**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Récemment, je me suis livré à un examen minutieux de l'axe granitique Nantes-Bressuire-Parthenay pour la révision des cartes géologiques au 80000e de Bressuire et de Cholet. On a toujours considéré la large bande granitique de Vendée, qui s'épanouit à l'Est dans le Limousin, comme un anticlinal entre bassin de Cholet au Nord et bassin de Chantonnay au Sud et j'avais moi-même suivi cette opinion. Or l'alignement des filons de quartz (non portés sur les premières éditions, sauf celui de Bressuire) nous conduit à de nouvelles considérations. Il existe en effet une suite de très gros filons de quartz : Puy-Saint-Bonnet, Rocher de Pyrome, Bressuire, Moulin d'Amailloux, La Maillotière, Chapelle Bertrand, Ménigoute, qui trace une remarquable direction armoricaine à travers le département des Deux-Sèvres sur 90km de longueur.

Je considère désormais ces filons comme représentant le grès de l'Arénig métamorphisés en quartz, et cela pour les raisons suivantes :

1° Le filon du Rocher de Pyrome prolonge exactement l'une des bandes de quartzite et poudingue de La Romagne; c'est celle de la Renussière dont le caractère sédimentaire est attesté par des poudingues à galets de quartz de la taille d'une noisette. Ce faciès de l'Arénig se retrouve à la Châtaigneraie (Vendée) et à la Boserie près de Candé (Maine-et-Loire).

2° Il existe une coupe à Puiravault, au Sud-Est d'Amailloux, où l'on voit en enclave dans la granulite un quartzite feldspathisé et micacé et non du quartz massif d'origine éuptive ou hydrothermale.

3° Il y a souvent une série sédimentaire ancienne granulitisée, mais interprétable avec l'hypothèse suivante de transformation métamorphique :

a. grès armoricain → filon de quartz
b. schiste silurien → gneiss granulitique et granulite
c. calcaire dévonien → diorite

Il y a une véritable zone des diorites et cette diorite est toujours superposée, d'après le pendage, au filon de quartz, aussi bien dans le Choletais qu'en Gâtine. Il y aurait donc un ancien bassin synclinal écrasé et granulitisé entre Mortagne-sur-Sèvre et Ménigoute jalonné par Châtillon-sur-Sèvre, Bressuire, La Chapelle-Bertrand correspondant à la zone d'enfoncement géosynclinal maximum. Au Sud s'étend une zone de mylonites bien caractérisée par des gneiss et des granites avec des quartz à extinction roulante.

I. On peut se faire une idée de l'ancienne tectonique affectant le Briovérien avant la granitisation en relevant les pendages d'une façon systématique autour des massifs granitiques.

Ainsi un anticlinal est très bien caractérisé dans les schistes et les grauwackes du Briovérien de Saint-Amand-sur-Sèvre ; il est granulitisé graduellement vers le Nord-Ouest en direction de Mallièvre, Saint-Malo-du-Bois. C'est peut-être le même pli qui constitue en Gàtine l'anticlinal de Parthenay.

Au Nord de la ligne des filons de quartz une arête synclinale paraît pouvoir être indiquée de la Romagne à Maulévrier et Saint-Loup-sur-Thouet. Au Sud de l'anticlinal de Saint-Amand-sur-Sèvre, une ligne synclinale certaine s'étend de la Pommeraye à la Forêt-sur-Sèvre, La Chapelle-Saint-Laurent, Saint-Germain-de-Longue-Chaume, Parthenay-le-Vieux.

Des pendages inverses dans le Briovérien à phtanites mettent en évidence un anticlinal important au Nord de l'Absie; il se suit au Sud-Est par Secondigny-en-Gâtine jusqu'à Clavé, sous couverture liasique, tandis qu'au Nord-Ouest il disparaît dans le granite syénitique de Pouzauges. Ce pli est tantôt dans le granite, le Briovérien et la granulite (Vernoux en Gâtine).

Un anticlinal moins important paraît sortir de la granulite de Neuvy-Bouin et s'étend dans le Briovérien entre Azay-sur-Thouet et Beaulieu-sous-Parthenay.

Position des granites. — Le batholite en forme d'S du granite syénitique à amphibole de Pouzauges est en position anticlinale à Pouzauges et en position synclinale à Moncoutant, La Chapelle-Saint-Laurent. Le massif circulaire de la granulite de Neuvy-Bouin est à cheval sur deux anticlinaux.

En résumé entre le Synclinorium de Cholet et celui de Chantonnay, l'axe granitique comporte donc de très nombreux plis, tantôt inclus dans les batholites de granite et tantôt plus évidents dans le Briovérien métamorphique.

II. De part et d'autre de la zone granitique Haut-Bocage-Gâtine, les régions schisteuses de Chantonnay et de Cholet comportent également du Silurien. Je l'ai déjà démontré (1) avec fossiles à l'appui en Vendée, tandis que dans les Mauges j'ai un argument lithologique important à faire valoir. M. G. Lucas (2) vient de nous révéler l'existence de poudingues, genre poudingue de Gourin avec petits galets de quartz et phtanite à la base de l'Arenig dans la région de Candé (M. et L.). Ce faciès se retrouve en intercalation dans le grès de la Châtaigneraie et dans les grès de Trémentines. Dès lors, si les grès et poudingues de Trémentines (datés par cet argument) s'enfoncent sous la masse des rhyolites et orthophyres du Choletais, ces *coulées* sont siluriennes. Ainsi les schistes d'Angers prendraient dans les Mauges un faciès éruptif.

Le Silurien qui constitue déjà les grands synclinaux du Bocage vendéen et de la Gâtine paraît bien former aussi l'arête synclinale du Puy-Saint-Bonnet, Ménigoute et enfin comprendrait les laves métamorphiques du Choletais, transformées en gneiss.

La contribution du Silurien pour la formation des séries géologiques Mauges, Bocage vendéen, Gâtine paraît aussi importante qu'en Bretagne.

---

(1) *Comptes rendus*, 206, 1939, p. 1739.

(2) *C. R. S. Soc. Géol. France*, 10, 1949, p. 200.

GÉOLOGIE. — *Une coupe géologique N-S du Cap Sicié (Var).*
Note de M. **Jean-Paul Destombes**, transmise par M. Pierre Pruvost.

La Société des Grands Travaux de Marseille achève le percement d'une galerie-égout, souterraine, de 6500^m de long, orientée approximativement N-S, au niveau de la mer, d'un bout à l'autre du promontoire : la Seyne-Cap Sicié.

La coupe géologique relevée par ces travaux apporte des faits nouveaux indispensables à l'interprétation d'une structure discutée, les affleurements étant en partie cachés par des alluvions (24^m d'épaisseur au puits des Moulières).

Voici les éléments essentiels de cette coupe : les distances sont comptées du Cap Sicié (extrémité aval) vers le Nord.

Les deux extrémités de la galerie ont rencontré les phyllades siluriennes bien connues aux affleurements, tandis que la partie centrale a recoupé un massif de marnes et grès permiens dont les contacts avec les phyllades sont décrits ci-dessous, soit à l'aide d'observations personnelles, soit au moyen des échantillons relevés systématiquement par l'entreprise.

Contact Nord. — Au point 4048, soit à 111^m au Nord du puits des Moulières, on observe la coupe suivante du Nord au Sud : sous les phyllades froissées très chargées de quartz d'injection, à pente moyenne 30° N-N-W, on trouve une brèche de marnes et de dolomies (permo-triasique?) de 2^m d'épaisseur; puis 20^m (4046-4026) de marnes micacées et gréseuses, rouges, permiennes, à pente moyenne 45° N-N-W; puis 23^m (en longueur) de gypse bien lité à pente 30° N-N-W, de 4026 à 4003. Le contact des marnes sur le gypse est en biseau, moins penté que l'ensemble et comporte une petite brèche de friction de 10 à 50^{cm} suivant les points. Sous les gypses existe entre 4003 et 3991 une brèche de friction épaisse de 7 à 8^m, à éléments anguleux de marnes permiennes, de gypse et de dolomie, dont les contacts sont pentés de 30° à 60° au N-N-W. Enfin les marnes permiennes, micacées, gréseuses comportant par endroits des conglomérats à galets roulés de quartz, sont visibles vers le Sud, entre les points 3991 et 3345. Elles pendent d'abord au Nord, puis au Sud, et de plus en plus faiblement. Les phyllades sont donc superposées au Permien à son bord Nord.

Contact Sud. — Sur les roches permiennes, par endroits conglomératiques (conglomérat de base, vers la distance 3500), on peut observer entre les distances 3345 et 3200, des brèches de friction de roches permiennes et de phyllades, broyées, lustrées, à pente très faible vers le Sud ou subhorizontales.

Les phyllades peu à peu redeviennent homogènes vers le Sud, à partir de 3200; elles restent subhorizontales, broyées et très chargées de quartz jusqu'au Sud du puits Gabrielles, soit à la distance 2580. Le contact du bord Sud du Permien et des phyllades est anormal et subhorizontal sur une distance d'au moins 150^m.

Une coupe détaillée sera publiée dans un autre recueil lorsque l'achèvement de la cunette aura permis de combler les dernières lacunes d'observation.

Celles-ci ne pourront modifier les conclusions qui se dégagent des observations relatées ci-dessus, établissant le chevauchement des phyllades sur le Permien.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'intensité respiratoire des fruits de Tomate à plusieurs stades de leur développement, et ses variations sous l'effet des blessures.* Note de M. **Roger Ulrich** et Mme **Jeannine Lafon**, présentée par M. Raoul Combes.

Les recherches relatives à l'influence des blessures sur le métabolisme des fruits étant encore peu nombreuses, nous avons abordé ce sujet en utilisant comme matériel des tomates de la variété Cerise, choisies principalement aux quatre stades suivants de leur développement :

I.	Fruits petits et verts :	diamètre moyen	21mm ;	poid frais moyen	3g,6
II.	» gros » :	»	24mm ;	»	7g,4
III.	» gros et orangés :	»	25mm ;	»	8g,2
IV.	» » rouges :	»	26mm ;	»	8g,6

Les fruits ont été récoltés au jardin du laboratoire, à Meudon, en septembre et en octobre 1949. Seuls sont rapportés dans cette première Note les résultats relatifs à la respiration. Les mesures d'intensité respiratoire ont été faites à chacun des quatre stades précédents, dans les conditions suivantes :

a. sur des fruits normaux, aussitôt après la récolte;

b. sur des fruits blessés immédiatement après la récolte (ablation latérale laissant une lésion plane d'environ 15mm de diamètre);

c. sur des fruits laissés sur pied après blessure pendant 12 à 13 jours pour permettre la cicatrisation;

d. sur des fruits normaux, initialement comparables à ceux de la série *a* mais conservés sur pied aussi longtemps que les fruits *c*.

Toutes les mesures ont été faites en atmosphère confinée à 30°C, sur des tomates privées de calice.

Lors de la récolte finale, les fruits des diverses séries présentaient les caractères suivants (expérience de septembre) :

On remarquera que les fruits blessés, même ceux qui sont restés turgescents et qui ont cicatrisé (I et II) ont perdu du poids ou sont restés petits; les fruits blessés (*c*) des séries II et III étaient sensiblement plus colorés à la récolte que les témoins normaux (*d*).

Caractères en fin d'expérience

Stade initial.	Fruits blessés (c) couleur.	diamètre.	poids frais moyen.	Fruits témoins (d) couleur.	diamètre.	poids frais moyen.
		mm	g		mm	g
I......	verte	20	4,2	verte	23	5,2
II.....	rouge	22	5,8	orangé à rouge	25	8,4
III....	rouge [1]	22	4,9	orangé rouge	26	8,2

Nous avons groupé dans le tableau ci-dessous les résultats des mesures, exprimés en milligrammes de gaz carbonique dégagé par 100 fruits et en 24 heures.

Stade initial du développement...	I.	II.	III.	IV.	III [2].		IV [2].
a. Fruits sains, au début de l'expérience.................	1301	2690	3311	990	1390	2216	1602
b. Fruits fraîchement blessés....	2469	3661	2624	546	1243	1567	1245
c. Fruits blessés restés sur pied..	2570	2674	3230	–	–	–	–
d. Fruits sains, en fin d'expérience....................	3130	2063	1065	664	–	–	–

L'examen de ce tableau conduit à quelques remarques en ce qui concerne la respiration des fruits normaux. Le maximum d'intensité respiratoire a lieu vraisemblablement pendant la période du développement comprise entre nos stades II et III, résultat qui confirme les observations antérieures de Clendenning [3], les nôtres [4], mais qui s'écarte légèrement de celles de Gustafson [5]. Les fruits d'octobre respirent beaucoup moins activement que ceux de septembre, au même stade. L'intensité respiratoire des gros fruits rouges est en décroissance, mais quantitativement très variable; la taille et la couleur ne suffisent plus alors à repérer à quel stade de son développement le fruit est parvenu.

Les blessures peuvent provoquer une énergique et rapide stimulation de la respiration des fruits ainsi que l'ont déjà publié divers auteurs [Stich [6], Gerber [7], Schneider-Orelli [8], etc.], *mais cette stimulation ne s'observe que dans le cas des fruits jeunes; on constate au contraire une diminution sensible de l'intensité respi-*

(1) Fruits mous non cicatrisés.
(2) Mesures faites en octobre.
(3) *Canad. J. Res.*, C, 20, 1942, p. 197.
(4) *Bull. Soc. bot. Fr.*, 94, 1947, p. 387.
(5) *Plant Physiol.*, 4, 1929, p. 349.
(6) *Flora*, 1891, p. 2-57.
(7) *Thèse Sc. Nat.*, Paris. 1897.
(8) *Centralbl. f. Bakt.*, Abt II, 30, 1911, p. 420-429.

ratoire lorsqu'on opère sur des fruits proches de la maturité. Des recherches non publiées, relatives à l'influence des piqûres sur la respiration des fruits de Lierre, nous avaient déjà conduits à la même conclusion. Les fruits blessés laissés sur pied jusqu'à cicatrisation ont à la récolte une respiration qu'on peut considérer comme normale, compte tenu de leur degré de maturité.

MYCOLOGIE. — *Sur la réaction à l'iode de la paroi sporique des* Glœocystidium *Karst. et des* Stereum *Fr.* Note de M. **Jacques Boidin**, présentée par M. Roger Heim.

Dans leur remarquable travail, les *Hyménomycètes de France* (¹), Bourdot et Galzin ont utilisé la réaction des spores à l'iode pour définir certaines sections. C'est ainsi que leur étude du genre *Glœocystidium* Karst. commence par un groupe *Amyloidea*, caractérisé par la coloration bleu noir que prend la membrane sporique sous l'action d'un réactif iodé. Ils employaient une simple solution iodo-iodurée aqueuse. En se servant du chloral iodé de Melzer, beaucoup plus sensible, on peut reconnaître l'existence de *Glœocystidium* à spores amyloïdes hors de cette section. Jackson d'ailleurs (²) signale l'amyloïdicité des spores du *Corticium radiosum* Fr. (*Gl. alutaceum* Schrad.).

Nous avons repris la question en étudiant nos récoltes personnelles, celles de l'herbier E. J. Gilbert, et en les complétant pour les espèces rares ou critiques par l'examen d'échantillons de l'herbier Bourdot, déposés au Muséum National d'Histoire Naturelle. Les spécimens qui nous ont été communiqués seront suivis d'un (G.) s'ils proviennent de l'herbier Gilbert et de leur numéro s'ils appartiennent à l'herbier Bourdot.

Voici les résultats de cette enquête : *Gl. tenue* Pat., *roseo-cremeum* Bres., *pallidum* Bres. (G.), *mixtum* Bourd. et Galz. (26452), *albostramineum* Bres. (G.), *cremicolor* Bres. (G.), et *Eichleri* Bres. (G.) ont des spores non amyloïdes. Outre les espèces de la section *Amyloidea*, *Gl. alutaceum* Schrad. et *lactescens* Berk. (G.) ainsi que *Gl. ochraceum* Fr. (G.) et *insidiosum* Bourd. et Galz. (G.) ont les spores amyloïdes. Nous ne saurions rien préciser au sujet du *Gl. ochroleucum* Bres. et Torr., n'ayant pu repérer les spores avec certitude sur l'échantillon 11275 examiné; des deux représentants de la section de même nom du genre *Corticium*, l'un, *C. odoratum* Fr. (24052), nous laisse aussi perplexe, alors que l'autre, *C. portentosum* Berk. et Curt. (24660), nous a montré des spores nettement amyloïdes.

Dans plusieurs autres genres, tels *Odontia*, *Hymenochæte*, *Merulius*, Bourdot et Galzin ne parlent pas de la réaction des spores à l'iode. R. Kühner a examiné rapidement à ce point de vue les échantillons de l'herbier Bourdot corres-

(¹) *Hyménomycètes de France*, Paris 1928.

(²) *Canadian J. Res., C*, 26, 1948, p. 143-157.

pondant aux deux premiers de ces genres sans y découvrir de spores amyloïdes. Il ne faudrait pas conclure que la réaction doive être considérée comme négative dans tous les genres où Bourdot et Galzin n'en parlent pas. Ce n'est pas sans une vive surprise que nous avons observé que de nombreux *Stereum*, même parmi les plus communs, ont des spores très nettement amyloïdes. L'étude de nos récoltes complétées par celles de l'herbier Bourdot nous a conduit aux résultats consignés ci-dessous, résultats contrôlés dans les cas qui nous semblaient critiques par R. Kühner lui-même.

Certains groupes admis par Bourdot et Galzin se comportent de façon homogène; ce sont les groupes typiques du genre. Les *St. pini* Schleich. (15067) et *purpureum* Pers. (section *Cystophora*) et *St. Murrayi* Bk. et Curt. (31232) (section *Cystostroma*) caractérisés par la présence de vésicules dans la trame n'ont pas les spores amyloïdes. Bourdot le signale pour le dernier (I, p. 381). Par contre les espèces rougissant au froissement et à cystides contenant un suc coloré : *St. sanguinolentum* Alb. Schw., *gausapatum* Fr. et *rugosum* Pers. (section *Cruentata*) et toutes les espèces françaises de la section *Luteola : St. hirsutum* Willd., *sulphuratum* Bk. et Rav., *insignitum* Quél. et *fasciatum* Schw. (39149) ont les spores très amyloïdes. Les autres groupes, composés d'espèces moins caractéristiques du genre, se montrent par contre hétérogènes. C'est le cas en particulier de la section *Malacodermium* qui renferme *St. fuscum* Schrad. à spores amyloïdes et *St. umbrinum* Bk. et Curt. à spores non amyloïdes; ces deux espèces semblent par ailleurs ne posséder en commun que la consistance de la chair. La section *Lloydella* est aussi hétérogène au point de vue qui nous occupe : *St. cinerascens* Schw. (39137), *spadiceum* Pers. et *abietinum* Pers. ont des spores non amyloïdes, alors que celles des *St. Chailletii* Pers. et *areolatum* Fr. (3276) sont amyloïdes. Bourdot et Galzin signalent la parenté de ces deux espèces entre elles ainsi qu'avec le *Peniophora lævigata* Fr. Or, nos observations montrent que ce dernier a lui aussi les spores amyloïdes et qu'il s'éloigne par là des *Peniophora Coloratæ* typiques, aucune des autres espèces rangées dans ce groupe par Bourdot et Galzin que nous ayons rencontrées ne nous ayant montré de spores amyloïdes.

On remarque donc que dans l'ensemble la réaction des spores à l'iode légitime les rapprochements esquissés par Bourdot et basés sur d'autres caractères.

PHYSIQUE DU SOL. — *Profils hydriques en sols hétérogènes*

Note de M. **Marc Hallaire**, présentée par M. Albert Demolon.

L'étude des profils hydriques, observés après cessation du drainage dans le limon homogène de Versailles, nous avait conduit à ce résultat que les valeurs du potentiel capillaire corrigé ($\psi - 1000$), relatives à deux couches successives de terre, restaient entre elles dans le même rapport, quel que soit l'état de

desséchement du sol [1] [2]. Nous avions alors supposé que la loi de diffusion de l'eau dans le sol, tout au moins pour des humidités comprises entre le point de flétrissement temporaire et la capacité de rétention, était donnée par la formule

$$(1) \qquad \frac{dQ}{dt} = \lambda \frac{d\psi}{dZ}, \quad \text{avec} \quad \lambda = \frac{A}{\psi - 1000} \quad (A = \text{const.})$$

qui est en accord avec les résultats expérimentaux et conduit à admettre que le débit à un niveau donné demeure sensiblement indépendant de l'état de sécheresse du sol.

Les résultats précédents ont pu être pleinement vérifiés sur deux sols nettement différents, constitués l'un par du limon, l'autre par des schistes désagrégés, situés à Rennes et dont les profils hydriques sont régulièrement déterminés par la Station d'Amélioration des plantes (École Nationale d'Agriculture). Pour ces deux sols autochtones sans horizons nettement différenciés, l'analyse indique une diminution du taux de matière organique avec la profondeur dans le cas du limon et un accroissement du taux d'éléments grossiers dans le cas du schiste.

On constate (*fig.* I) que, contrairement à ce qui avait été observé à Versailles, les profils hydriques moyens correspondant à différentes valeurs de l'humidité moyenne $\overline{H}$ de l'ensemble du profil, ne présentent pas une augmentation régulière de la teneur en eau du sol avec la profondeur Z. Mais ceci provient de la variation de composition physique de ces deux sols suivant la profondeur, qui entraîne, comme nous l'avons vérifié expérimentalement, une variation des courbes $\psi = f(H)$ d'une tranche de terre à la suivante (*fig.* II).

Si, tenant compte de ces résultats, on représente graphiquement la variation des potentiels ψ_1, ψ_2, ψ_3 et ψ_4 en fonction de l'un d'entre eux (ψ_2 par exemple), on retrouve entre les valeurs de $(\psi - 1000)$, correspondant à deux couches quelconques, la loi de proportionnalité déjà mise en évidence dans le sol homogène de Versailles (*fig.* III) [3]. On voit également que le potentiel capillaire ψ décroît de façon régulière avec la profondeur pour tendre asymptotiquement vers la valeur qui correspond à la capacité de rétention, $\psi = 1000$. Enfin, en vérifiant que le rapport $(\psi_n - 1000) : (\psi_{n+1} - 1000)$ conserve la même valeur quel que soit le profil, on doit encore invoquer la loi de diffusion (1) et admettre que le débit à un niveau donné demeure sensiblement le même à mesure que le sol se dessèche.

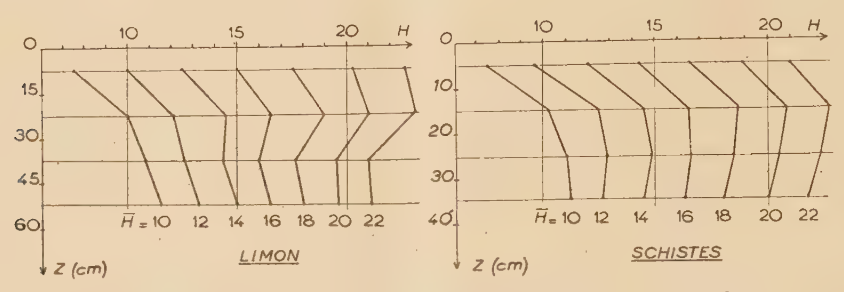
---

(1) M. Hallaire, *Comptes rendus*, **227**, 1948, p. 152-154.

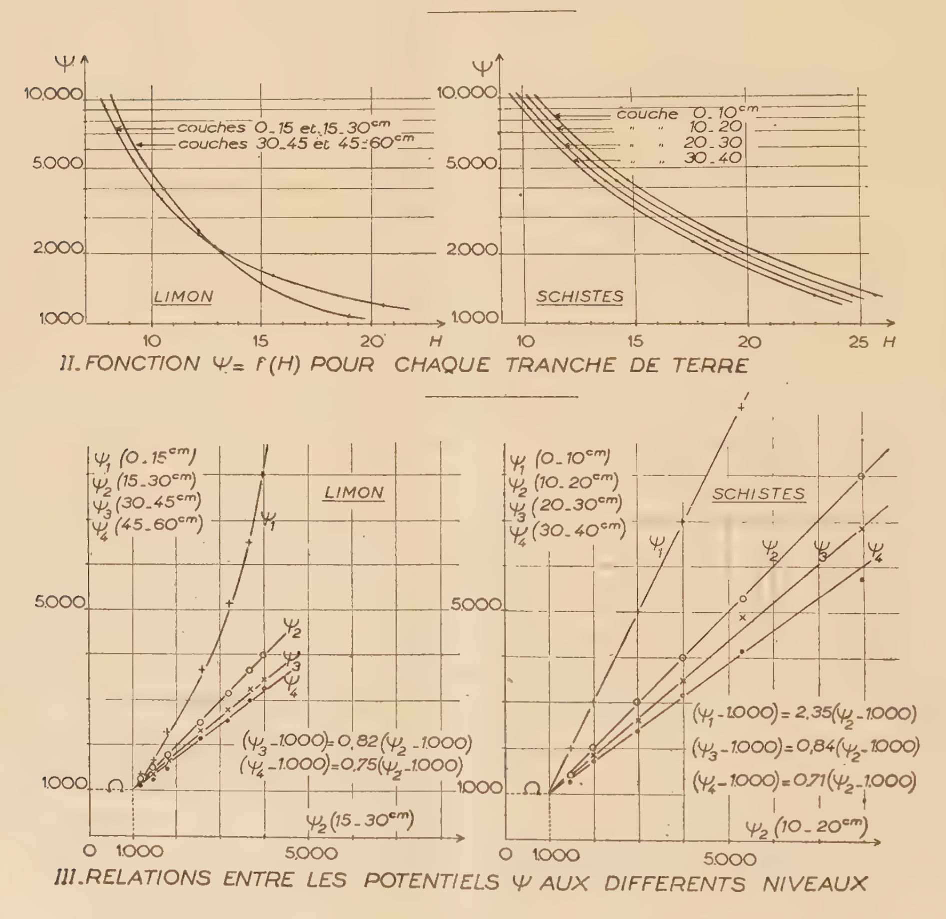
(2) M. Hallaire, *Comptes rendus*, **229**, 1949, p. 1361-1363.

(3) La seule anomalie constatée, relative à la couche 0 — 15^{cm} du limon, s'explique vraisemblablement par le fait que cette couche devenant rapidement trop sèche, l'équation de diffusion (1) n'est plus rigoureusement applicable comme on l'a déjà signalé.

L'homogénéité des résultats obtenus sur les trois sols expérimentés témoigne de leur caractère général, en ce qui concerne tout au moins les terrains assez



I. VARIATION DE LA FORME DU PROFIL HYDRIQUE AVEC $\bar{H}$
($\bar{H}$ = hum moy. de l'ensemble du profil)



II. FONCTION Ψ = f(H) POUR CHAQUE TRANCHE DE TERRE

III. RELATIONS ENTRE LES POTENTIELS Ψ AUX DIFFERENTS NIVEAUX

perméables. On peut s'attendre notamment à ce que les profils H(Z) observés en sols zonaux, qui présentent de brusques discontinuités aux niveaux de séparation des horizons pédologiques, donnent des profils en ψ parfaitement continus.

CHIMIE AGRICOLE. — *Carence en manganèse de cultures irriguées à l'eau d'égout; ses causes.* Note de MM. **Georges Barbier**, **Serge Trocmé** et **Jean Chabannes**, présentée par M. Albert Demolon.

Les légumes cultivés sur les sols sableux où sont épurées les eaux d'égout de Paris, souffrent d'une maladie non parasitaire, avec chlorose internervaire, particulièrement grave dans les parcelles qui ont été soumises à l'irrigation la plus abondante. Nous avons indiqué ailleurs ([1]) que des épinards fortement chlorotiques de ces champs ont repris une teinte vert foncé dix jours après la pulvérisation sur leurs feuilles d'une solution de SO_4Mn à 0,2 %. Depuis, nous avons constaté que le même traitement guérit complètement et rapidement la chlorose des pois, haricots, poireaux, pommes de terre :

	Poireaux 1949 (peu malades)			Haricots 1949		
	malades.	sains.	malades traités.	malades.	sains.	malades traités.
Poids moyen d'une plante.....	117	127	152	36	59	68

L'avoine, plante particulièrement sensible à la carence de Mn, en porte les symptômes classiques (taches nécrotiques sèches des feuilles) lorsqu'elle est cultivée en vases sur la terre de ces champs, même sur celle de parcelles non chlorosantes pour les légumes.

Les plantes malades contiennent moins de Mn et plus de Fe que les saines :

Par million de matière sèche.

	Poireaux 1948		Poireaux 1949			Épinards		Haricots	
	malades.	sains.	malades.	sains.	malades traités.	malades.	sains.	malades.	sains.
Mn..	9	15	12	16	275	23	31	12	31
Fe...	230	210	930	580	180	330	247	290	250

Nous avons recherché les causes de cette carence de manganèse.

L'irrigation à l'eau d'égout a provoqué un lessivage intense du manganèse du sol, surtout en profondeur, comme l'indique l'étude de ces paires de profils voisins :

Régime d'irrigation depuis 1900 environ	...	intense.	modérée.		intense.	modérée.		intense.	modérée.
Mn total par million de terre	0-20cm.	125	250	0-25cm.	100	200	0-15cm.	230	210
	45-55....	120	300				45-50....	140	180
	70-80....	99	215				55-65....	140	275

([1]) *C. R. Ac. Agric.*, 1948, p. 910.

Actuellement, l'eau des drains collecteurs renferme entre 100 et 240 γ Mn par litre, au lieu de 50 à 60 dans l'eau d'égout.

L'action réductrice de matières organiques biologiquement oxydables de l'eau d'égout peut avoir joué un rôle considérable à cet égard ([2]); en voici un exemple :

50^g *de sous-sol de limon, en couche mince dans erlenmeyer bouché au coton, maintenus à* 20 % *d'humidité, et à* 30°. — Mn *par million de terre, extractible par une solution d'acétate d'ammonium* 1,0 N (25^g *de sol lessivés par* 330$^{cm^3}$).

	Durée d'incubation					
	40 jours					100 jours
Matière organique incorporée (0^g,5).	Sans matière organique.	Fumier.	Glucose.	Glucose + chloroforme.	Chloroforme seul.	Glucose + chloroforme
Mn extractible...	1,1	3,6	34	116	3,0	> 200

L'accroissement massif du manganèse extractible, en présence de glucose, est dû essentiellement à une réduction de Mn jusqu'à l'état bivalent, car la quantité extraite (34 par million de terre = 2^{mg},65 Mn par litre de solvant utilisé), correspond à une solubilité 14 fois plus grande que celle d'un précipité d'oxyde de manganèse trivalent. L'addition de chloroforme a favorisé, dans les conditions de l'expérience, la réduction des composés manganiques.

Au contraire, les acides humiques qui se sont accumulés dans la couche superficielle de ces sols, en quantité d'autant plus grande que l'irrigation fut plus abondante, sont susceptibles d'entraver le passage de Mn du sol en solution. Ayant fait adsorber par un sous-sol de limon des acides humiques de tourbe, nous avons constaté que ceux-ci s'opposent fortement à l'action d'un réducteur chimique :

Mn, *par million, extractible par une solution d'acétate d'ammonium* 1,0 N *contenant* 0,2 % *d'hydroquinone*.

	Sans dessiccation du sol.			Après dessiccation.		
Acides humiques ajoutés pour-cent.....	0	0.5	2	0	0.5	2
Mn extractible........................	472	316	47	445	150	267

Par ailleurs, le passage en solution de Mn du sol est largement facilité par l'extraction préalable des acides humiques :

([2]) MANN et QUASTEL, *Nature*, 1946, p. 154.

Lessivage du sol par une solution d'acétate d'ammonium, puis par l'eau ammoniacale pour éliminer des acides humiques (dans 1 essai sur 2), puis à nouveau par l'acétate d'ammonium. — Mn *passé en solution par million de terre :*

	Terre d'Achères chlorosante.		Terre d'Achères non chlorosante.		Limon de Versailles humifère.	
1° Acétate NH_4	0,4	0,4	1,3	1,3	2,2	2,2
2° Eau ammoniacale...	»	0,8	»	0,6	»	2,0
3° Acétate NH_4	3,2	8,4	6,0	12,8	5,5	16,4

Conclusion. — Deux causes au moins contribuent à priver de Mn les cultures des champs d'épandage : d'une part, le sol s'est considérablement appauvri en cet élément, dont le passage en solution peut être favorisé par l'action réductrice des matières organiques fermentescibles de l'eau d'égout; d'autre part, actuellement, les résidus humiques, biologiquement et physiquement stables, qui se sont accumulés à la surface des particules minérales, rendent le manganèse restant difficilement accessible aux agents réducteurs ou dissolvants.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'existence de fibres spécifiquement tonotropes, non cholinergiques, dans le tronc du nerf cardiaque chez* Helix pomatia. Note de MM. **Antoine Jullien** et **Jean Ripplinger**, présentée par M. Léon Binet.

Il semble incontestable que, chez *Helix pomatia*, l'excitation du tronc du nerf cardiaque s'accompagne d'une production élevée d'acétylcholine; celle-ci reste principalement incluse dans l'intérieur même du myocarde; une partie infime passe dans le perfusat. On peut donc considérer que le nerf cardiaque est cholinergique, sans préjuger, d'ailleurs, si l'acétylcholine ainsi libérée est l'agent unique qui provoque, sur le cœur, les effets caractéristiques de l'excitation de ce nerf.

Mais si l'on admet que la théorie des médiateurs s'applique à certains Gastéropodes, et notamment à l'Escargot, on peut se demander si l'acétylcholine est responsable de toutes les actions enregistrées lors de l'excitation du nerf cardiaque.

Nos observations, dont nous donnons ci-après les résultats, fournissent à une telle supposition, une réponse négative et tendent à apporter la preuve qu'il existe dans le tronc du nerf cardiaque, au point de vue fonctionnel, plusieurs catégories distinctes de fibres et que des antagonismes peuvent jouer entre elles.

Nous rappellerons, tout d'abord, que l'excitation faradique du nerf viscéral gauche de l'Escargot provoque des effets le plus généralement analogues à ceux déclenchés par l'excitation du nerf vague chez les Vertébrés; les deux actions principales recueillies sont : une action chronotrope négative, il y a arrêt du cœur et cet arrêt se produit à un niveau de tonus inférieur au tonus

diastolique normal : c'est l'action tonotrope négative. Par la suite, l'excitation étant maintenue, le phénomène de l'échappement en escalier apparaît.

Cette double action est-elle due à des fibres exactement de même valeur fonctionnelle ou est-elle due à des fibres fonctionnellement différentes? C'est la seconde hypothèse qui paraît répondre à la réalité, comme le montrent nos expériences, réalisées *in situ* sur le ventricule seul, séparé par une section de l'oreillette et relié par l'intermédiaire d'une pince serre-fine au myographe. Dans cette position on laisse tomber sur le myocarde ventriculaire quelques gouttes d'une solution d'acétylcholine à $1/10^4$, non ésérinée. Rapidement, se produit l'arrêt en systole, à un niveau de tonus correspondant au tonus systolique normal; ceci confirme les expériences conduites par l'un de nous avec D. Vincent, M. Vuillet et M. Bouchet [1] sur le cœur d'Escargot perfusé par une canule de Straub où sont introduites des solutions d'acétylcholine dont les concentrations s'échelonnent entre $1/10^8$ et $1/10^4$; toutes arrêtent le cœur en systole, à un niveau de tonus d'autant plus élevé que la solution est plus concentrée.

Le cœur étant arrêté en systole par l'acétylcholine, sur le même Escargot, on excite faradiquement le nerf viscéral gauche; aussitôt, après un temps perdu inappréciable, se produit une chute verticale du tonus qui se continue, par la suite, par un relâchement progressif. Si l'on cesse l'excitation, le tonus remonte (expérience I).

On peut répéter l'expérience précédente, un grand nombre de fois, sur la ligne de tonus faiblement descendante qui suit, après un certain temps, la systolisation initiale, et qui est due à l'inactivation progressive de l'acétylcholine, puisqu'on opère sans ésérine. A chaque brève série d'excitations, correspond une chute marquée du tonus qui remonte, après arrêt de l'excitation (expérience II).

On peut opérer avec de l'acétylcholine en milieu ésériné; en ce cas, l'arrêt en systole provoqué par une solution au taux de $1/10^4$ en acétylcholine se maintient très longtemps au même niveau de tonus; sa ligne reste rigoureusement horizontale; mais si l'on excite faradiquement le nerf viscéral gauche, aussitot commence un relâchement progressif du cœur qui rejoint le niveau de tonus diastolique normal (expérience III).

Si, aux expériences I et II, l'effet de l'excitation du nerf cardiaque se limitait à la libération pure et simple du médiateur acétylcholinique, on devrait avoir un renforcement de l'action systolisante ou tout au moins, maintien de celle-ci; or, il n'en est rien; malgré la production supplémentaire d'acétylcholine, le tonus baisse rapidement ou d'une façon plus ménagée. On peut penser, soit que les mêmes fibres déclenchent plusieurs effets s'exerçant par des mécanismes

---

(1) *J. Physiol. et Pathol. gén.*, 37, 1939, p. 562.

distincts avec résultats antagonistes en ce qui concerne l'effet tonotrope, soit que les fibres du nerf cardiaque sont systématisées : il existerait des fibres spécifiquement chronotropes négatives et tonotropes positives et d'autres spécifiquement tonotropes négatives. La première supposition est difficile à retenir : on voit mal une même catégorie de fibres produisant des effets opposés. La seconde est plus satisfaisante et l'on pourrait admettre que les fibres chronotropes agissent par l'intermédiaire d'un mécanisme chimique, peut-être le médiateur acétylcholinique; quant aux fibres tonotropes négatives, elles agiraient peut-être par un mécanisme purement physique, électrique par exemple. Les observations qui précèdent et leur interprétation pourraient ainsi se ranger dans le cadre de la théorie dualiste à la fois *chimique* et *électrique*, proposée par Bacq et Monnier ([2]), pour la transmission neuro-musculaire de l'excitation chez le muscle lisse.

L'expérience III confirme l'action tonotrope négative puissante du nerf cardiaque, car elle est capable d'annuler l'action tonotrope positive marquée due à l'acétylcholine agissant initialement sur le myocarde, augmentée de l'acétylcholine produite par l'excitation du nerf cardiaque.

En résumé, chez *Helix pomatia*, le nerf cardiaque, dont l'excitation provoque des effets de type vagal, paraît constitué par au moins deux catégories de fibres distinctes : des fibres purement chronotropes négatives et systolisantes, et des fibres purement tonotropes négatives à effet puissant, capables d'inverser l'action systolisante des premières, la résultante générale étant l'arrêt en diastole.

NEUROPHYSIOLOGIE. — *Du mode de transmission intrarétinienne de l'excitation lumineuse.* Note ([*]) de MM. **Yves Galifret** et **Henri Piéron**, présentée par M. Robert Courrier.

Entre les éléments récepteurs de la rétine, cônes et bâtonnets, et les cellules ganglionnaires qui envoient les influx nerveux, ou plus exactement les impulsions constitutives du message sensoriel, dans les fibres du nerf optique, l'excitation est transmise par l'intermédiaire de cellules bipolaires. On admet généralement que cette transmission se fait par impulsions soumises à la loi du tout ou rien.

Mais il existe, sur de petites distances, un autre mode possible de transmission, par diffusion, avec décrément, le long de fibres nerveuses, du potentiel local de dépolarisation excitatrice, comme l'ont établi Katz, Hodgkin, Arvani-

---

([2]) *Arch. internat. de Physiol.*, **40**, 1935, p. 467.

([*]) Séance du 2 janvier 1950.

taki. Comme il n'y a pas 2/10 de millimètre entre la zone réceptrice et les dendrites des cellules ganglionnaires, une telle transmission rétinienne ne laisse pas d'être vraisemblable.

Pour déterminer quel est le mode réel de transmission, nous avons fait appel à une expérience qui peut être considérée comme cruciale.

Les bâtonnets périphériques sont reliés par groupes à des cellules bipolaires, plusieurs bipolaires convergeant à leur tour vers une même cellule ganglionnaire. Dans l'exitation du groupe des bâtonnets connectés ainsi à une cellule ganglionnaire unique, on constate qu'une stimulation d'un certain niveau infra-liminaire, si elle est exercée par un seul élément du groupe (en envisageant tout au moins la bipolaire comme un élément), devient efficace lorsque deux ou plusieurs éléments y sont soumis (expérience de Hartline). Ceci implique que le seuil de réponse de la cellule ganglionnaire n'est pas atteint alors qu'un seul élément du groupe se trouve mis en action, et qu'il en faut au moins deux simultanément activés pour que le seuil soit atteint

En termes d'une transmission par impulsions, il faudrait l'apport d'au moins deux impulsions simultanées dans les voies convergentes pour déclencher une réponse dans le nerf optique. Mais, avec excitation plus intense d'un seul élément, la cellule ganglionnaire répond aussi, ce qui se ferait grâce à une sommation d'impulsions, non plus simultanées mais successives.

Au seuil d'une excitation punctiforme, ce rythme des impulsions, qui s'accélère avec l'intensité du stimulus, se trouve à un minimum, qui ne doit pas dépasser 10 à la seconde. La cellule ganglionnaire devra donc attendre l'apport tout au moins de la seconde impulsion pour déclencher sa réponse, soit un supplément minimum de retard d'environ 100 m/sec.

Dès lors, en comparant la latence de la réaction à un stimulus lumineux périphérique liminaire (à 15° du centre, côté temporal) soit étendu (plage de 15′ de diamètre) tombant sur le territoire d'une cellule ganglionnaire, soit punctiforme (image géométrique de 9″ de diamètre), limité, sinon à un bâtonnet unique au moins au territoire d'une seule bipolaire, entre apport simultané des impulsions nécessaires et apport successif, on devra trouver un écart notable.

Les expériences, faites après adaptation à l'obscurité, en utilisant le très bref éclat lumineux provoqué par une décharge de condensateurs dans un tube à xénon (de l'ordre de 10^{-5} seconde) — ce qui permet d'éviter tout balayage par mouvement d'œil — avec écran bleu, et un repère de fixation assuré par quatre points rouges en carré, ont donné (pour 101 et 114 déterminations), chez l'un de nous comme sujet, des distributions presque rigoureusement superposables, avec les valeurs significatives suivantes, en millisecondes.

Diamètre de la plage.	Moyenne.	Écart type.	Médian.	Écart quartile.
900″............	360	39,4	371	25,7
9″............	360	42,0	367	26,1

Il n'y a donc aucune différence de latence dans les deux cas, le premier où convergent sur la cellule ganglionnaire les réponses simultanées de deux ou plusieurs cellules bipolaires, et le second où une seule cellule bipolaire se trouve activée. L'activation de la cellule bipolaire unique ne peut donc exiger, pour devenir efficace, une succession d'impulsions. Par conséquent on doit admettre que, du récepteur à la cellule ganglionnaire, se transmet par diffusion un potentiel qui s'élève de façon continue en fonction du nombre de photons absorbés par la substance photosensible des bâtonnets. La loi du tout ou rien ne s'applique pas à l'excitation transmise à l'intérieur de la rétine.

EMBRYOLOGIE. — *Action des solutions hypertoniques sur le développement de l'œuf de truite*. Note de M. **Charles Devillers**, présentée par M. Louis Fage.

L'œuf de *Salmo irideus*, plongé dans du Holtfreter hypertonique, six fois concentré ($\Delta = -1^\circ,52$; Δ du protoplasme $= -0^\circ,50$) tout de suite après la fécondation, s'active, se segmente jusqu'au stade morula à moyennes cellules (48 heures à 12°) puis meurt. La morula, la blastula [1], immergées dans le même milieu se développent en général deux jours, sans troubles visibles et meurent. Sur la gastrula, cette solution altère les mouvements morphogénétiques, particulièrement l'épibolie. Chez la gastrula à large cavité sous-germinale où l'épibolie est déclenchée (diamètre du disque embryonnaire $= 1^{mm},5$), la solution hypertonique provoque la rétraction du blastodisque qui, après 4 heures d'immersion est revenu à un diamètre comparable à celui d'une blastula ($D = 0^{mm},9$); après 24 heures, le germe forme une boule ressemblant à une morula et, à 72 heures, le vitellus crève; la différenciation se bloque au stade du début de l'expérience. Si après 4 heures (maximum) de séjour dans le Holtfreter concentré on replace les œufs à l'eau courante, l'épibolie repart : en 15 heures, le germe retrouve son diamètre de départ; à 26 heures, l'épibolie rattrape celle des œufs témoins alors que dans le développement normal, le passage du diamètre $0^{mm},9$ au diamètre 2^{mm} prend au moins 48 heures; il y a donc ici accélération considérable de l'épibolie. A 120 heures, la gastrulation se termine avec un embryon normal.

Si les œufs sont traités au Holtfreter hypertonique, quand le disque embryonnaire atteint l'équateur de la sphère vitelline, il ne se produit plus de rétraction. mais un blocage de l'épibolie à ce niveau, définitif par traitement prolongé, passager si, après 6 heures d'immersion, les œufs reviennent dans l'eau.

De semblables résultats s'observent avec du NaCl à 2,1 % ($\Delta = -1^\circ,29$) (correspondant à sa concentration dans le Holtfreter six fois concentré); les

(1) Toutes ces expériences portent sur des œufs intacts, dans leur coque.

œufs peuvent y rester 24 heures et reprendre leur développement dans l'eau. Dans deux cas, après 6 heures d'immersion suivie de remise à l'eau courante, l'épibolie est restée bloquée à demi, tandis que la différenciation repartait. A 110 heures, les embryons de taille et de structure normales débordaient le disque embryonnaire étroit, par leurs deux extrémités.

Les détergents agissent comme les solutions hypertoniques ([2]).

La rétraction du disque embryonnaire correspond à une exogastrulation restreinte n'intéressant que le bouchon vitellin mais non le matériel de la zone marginale qui ne se dévagine pas.

Les solutions hypertoniques liquéfient partiellement ([3]), par leurs cations monovalents, les membranes cellulaires et la pellicule périvitelline. Au cours de l'épibolie, la pellicule tire sur le syncytium vitellin et le germe, provoquant leur étalement. Lorsque la pellicule se ramollit sous l'influence du milieu hypertonique et cesse sa traction, le syncytium, distendu, se rétracterait élastiquement, entraînant avec lui le disque embryonnaire, mais, passé l'équateur, le syncytium aurait subi un allongement définitif et ne pourrait revenir en arrière.

ZOOLOGIE. — *Les* Millotauropus, *types d'un nouveau groupe de Pauropodes.* Note de M. **Paul Remy**, présentée par M. Louis Fage.

Chez tous les Pauropodes adultes décrits jusqu'à ce jour, les antennes sont formées d'une hampe quadrarticulée, à peine télescopable, dont le 4e article porte 2 rameaux distaux non segmentés. Chez tous, les appendices buccaux des 2 paires (mandibules et maxilles) sont relativement peu développés et ne peuvent que percer et égratigner les proies, aussi ces Myriapodes se nourrissent-ils exclusivement d'aliments fluides. Leur tronc est toujours pourvu de 6 tergites qui, chez les *Brachypauropidæ*, présentent des plages particulièrement épaisses; il porte 8, 9 ou 10 paires de pattes (pp.) à 5 ou 6 articles ([1]) et, chez les ♂, une paire de pénis cunéiformes à la base des pattes II; une paire de trichobothries est insérée sur chacun des tergites troncaux II et VI ou bien (*Brachypauropidæ*) sur de petits sclérites latéro-dorsaux, situés au niveau de ces tergites. Chez aucun Pauropode on n'a observé d'organes respiratoires. Les animaux passent par des stades à 3, 5, 6, 8, 9 et 10 pp.; les pénis appa-

---

([2]) Devillers, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1310-1312.

([3]) Monné, *Ark. f. Zool.*, 39 A, 1947, p. 1-32.

([1]) Les types ayant au maximum 8 pp. n'ont été observés que chez *Allopauropus spinifer* Hansen et chez mes *A.*(?) *microchætus* et *A. doryphorus*. Chacun des 2 premiers n'est connu que par un ♂, le 3e par 81 individus dont 37 à 8 pp., parmi lesquels je n'ai pu discerner aucun ♂ authentique; les types à 10 pp. n'ont été trouvés que parmi les ♀ de 7 *Allopauropus* et parmi les ♂ et ♀ de mon *Polypauropus Duboscqi*.

raissent chez les ♂ à 8 pp. et sont alors très rudimentaires, sauf chez *Allopauropus spinifer* et *A.*(?) *microchætus* où ils semblent avoir à ce stade leur aspect définitif; ils ne sont achevés et fonctionnels qu'à partir du stade à 9 pp. chez les autres formes.

Les *Millotauropus*, représentés par quatre espèces inédites [*M. Silvestrii* (génotype) et *M. hebetisetosus*, que j'ai trouvés à Madagascar en 1947; *M. Machadoi* et *M. latiramosus*, récoltés en Angola par A. Barros Machado en 1949], diffèrent profondément des types déjà connus. Ces animaux, qui sont parmi les plus grands des Pauropodes (contractés, ils atteignent 1^{mm},75), sont allongés, fusiformes, la tête bien dégagée du tronc. Leurs antennes ont une hampe sexarticulée, très fortement télescopable, portant deux rameaux : l'un près de l'extrémité distale du 5e article, l'autre près de celle du 6e. Tandis que leurs maxilles sont rudimentaires comme ceux des autres Pauropodes, leurs mandibules sont des appendices broyeurs très impressionnants qui rappellent tout à fait ceux des Diplopodes et permettent à l'animal de hacher des aliments solides (tissus végétaux, surtout de Champignons) dont les débris, mêlés parfois à des spores, à de très fines particules minérales et, exceptionnellement, à des poils d'Arthropodes, se retrouvent dans la lumière intestinale. Leur tronc présente 12 tergites et 11 pp. à 5 ou 6 articles et, chez le ♂, une paire de pénis coniques à la base des pattes II; une paire de trichobotries est insérée sur chacun des tergites troncaux II, V, VII, IX, et XI. Contre la face antérieure du coxa de chaque patte I, près de l'articulation coxo-trochantérienne, se trouve un stigmate donnant accès à une poche de laquelle partent deux trachées non ramifiées qui ont été suivies jusque dans la région moyenne de la tête; un appareil trachéen très réduit s'ouvre en position semblable à la base de chacune des autres pattes. J'ai observé des stades à 6, 8, 9, 10 et 11 pp.; les pénis apparaissent chez les individus à 8 pp., où ils sont très rudimentaires; ils sont mieux développés, mais encore inachevés, chez les spécimens à 9 pp., tandis que chez les échantillons à 10 pp., ils semblent identiques à ceux des animaux à 11 pp.

La découverte des *Millotauropus* me conduit à répartir les Pauropodes en deux groupes :

1° *Hexamerocerata* (fam. des *Millotauropidæ*, g. *Millotauropus*), renfermant les formes pourvues de 11 pp. et dont les hampes antennaires, qui sont hexamères, portent deux rameaux insérés : l'un sur l'article V, l'autre sur l'article VI;

2° *Tetramerocerata* (tous les autres Pauropodes), comprenant les formes pourvues de 9 ou 10 pp. et dont les hampes antennaires, qui sont tétramères, portent deux rameaux insérés sur l'article IV.

A en juger par l'aspect de leurs pénis, les Hexamérocérates semblent avoir atteint leur maturité sexuelle dès le stade à 10 pp.; ils acquéraient donc leur 11e pp. au cours d'une mue postpubérale. Les Tétramérocérates à 10 pp.

paraissent être mûrs dès le stade à 9 pp., et présenteraient, eux aussi, une mue postpubérale; ceux à 9 pp. ont épuisé plus tôt que les précédents leur possibilité évolutive et ne subissent pas cette dernière; *Allopauropus spinifer. A. doryphorus* et *A.* (?) *microchætus* seraient plus précoces encore.

Les Hexamérocérates, animaux de grande taille, à puissantes mandibules broyeuses, peuvent passer pour être plus primitifs que les Tétramérocérates, généralement plus petits, à mandibules moins armées, ce qui ne veut pas dire que les premiers soient les ancêtres des seconds ! Divers auteurs pensent que, dans un même phylum d'Arthropodes, les formes à grand nombre de métamères sont plus archaïques que celles qui en ont moins; les *Millotauropus* leur fournissent de nouveaux arguments.

PARASITOLOGIE. — *Présence de rickettsia (coxiella) burneti, chez des tiques de l'espèce* Amblyomma variegatum *recueillies en Afrique Équatoriale française.* Note MM. **Georges Blanc**, **Jean Bruneau** et **Alain Chabaud**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Nous avons fait connaître récemment ([1]) que des tiques femelles (*Hyalomma dromedarii*) capturées à Goulimine par Ch. Joyeux sur des chameaux venant de Mauritanie étaient infectées et nous émettions l'hypothèse que, de gîte d'étape en gîte d'étape, les dromadaires devaient disperser le virus de la Q. fever à travers le Sahara et l'amener aux frontières de l'Afrique Noire. Sachant avec quelle plasticité *R. burneti* s'adapte aux différents genres d'Ixodidés, il était à prévoir que là où le genre *Hyalomma* s'arrête ou se fait plus rare, alors qu'apparaît le genre *Amblyomma*, ce dernier pourrait prendre la place du précédent comme vecteur du virus de la Q. fever.

Deux essais précédents, l'un avec des *Hyalomma dromedarii* recueillis à Boghé en Mauritanie à la frontière du Sénégal sur chameaux ([2]), l'autre avec *Amblyomma variegatum* provenant de Guinée ([3]) ne nous avaient donné que des résultats douteux par suite d'infections intercurrentes (pneumopathie, salmonellose).

Un troisième essai fut plus concluant. Nous recevions le 17 novembre 1949, 27 Amblyomma mâles et femelles qui avaient été capturés par le docteur P. Ziegler le 15 juin 1949 sur un buffle sauvage tué dans la région de Kouloungou, district de Batangaje (A. E. F.). Quoique les tiques fussent mortes, et probablement depuis plusieurs mois, nous avons recherché leur infection sachant la très longue durée de conservation de *R. burneti* dans ces

---

([1]) G. Blanc, L. A. Martin et J. Bruneau, *Annales de l'Institut Pasteur*, 77, 1949, p. 99.

([2]) Nous devons ces tiques au Directeur des Services Vétérinaires de Mauritanie.

([3]) Envoyés par le docteur M. Mathis.

conditions. Deux cobayes sont inoculés, l'un par voie sous-cutanée, l'autre par voie intrapéritonéale. Chacun reçoit 3^{cm^3} d'une suspension du broyat de 27 Amblyomma dans 6^{cm^3} d'eau physiologique. Le cobaye inoculé à la cuisse meurt le lendemain d'une infection anaérobie. Le cobaye inoculé par voie péritonéale fait une courbe fébrile sans signe d'infection microbienne ([4]). La rate très grosse, pèse $2^g,20$. Un passage est fait à deux cobayes neufs par voie péritonéale et sous-cutanée ainsi qu'à un cobaye guéri de Q. fever marocaine. Ce dernier ne réagit pas, les deux autres font une courbe fébrile du type Q. fever.

Dautres passages, d'autres réactions d'immunité croisée entre les deux virus, celui du Maroc et celui d'A. E. F., précisent encore les premières données. Des passages, par voie péritonéale, à la Souris confirment le diagnostic de Q. fever par la forte splénomégalie (rate de $0^g,45$) et par la présence de nombreuses rickettsies. Enfin le sérum du sang de cobayes, pris un mois après l'inoculation du virus A. E. F., se montre aussi fortement agglutinant pour notre antigène de *R. burnetti* d'origine marocaine que le sérum de cobaye guéri de Q. fever marocaine.

En résumé, nous avons obtenu de la tique *Amblyomma variegatum* ([5]), très commune en Afrique, une souche de *R. burnetti*. Cette souche provenant de l'A. E. F., il y aura lieu de rechercher chez l'Homme dans cette région, l'existence de cas de Q. fever. Cette recherche s'impose particulièrement au Congo Belge et au Congo Français où sous le nom de Fièvre rouge, sont confondues plusieurs rickettsioses.

BIOLOGIE. — *Le développement des neutres chez les Termites supérieurs* (Termitidæ). III. Macrotermitinæ. Note de M. **Charles Noirot**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Les *Macrotermitinæ*, ou Termites champignonnistes, présentent des caractères morphologiques relativement primitifs, mais une biologie hautement spécialisée. Le développement des castes s'oppose à celui des autres *Termitidæ* par plusieurs points importants ([1]).

([4]) Il est à noter que le Cobaye se défend mieux contre les anaérobies par voie péritonéale que par voie sous-cutanée ou intramusculaire.

([5]) Rappelons que *R. burnetti* a été isolée par Parker et Kohls (R. R. Parker et M. Glen Kohls, *Public Health Report*, 58, 1943, p. 1510) de *Amblyomma americanum* du Texas et que de Rodaniche a infecté, à Panama, des *A. Cayennense* au stade larvaire; ces tiques se sont montrées infectantes aux stades nymphal et adulte (Enid C. de Rodaniche, *Amer. Journ. Trop. Med.*, 29, 1949, p. 711).

([1]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 600-602 et 2053-2054.

Étudions d'abord *Bellicositermes natalensis* Hav., qui possède deux catégories d'ouvriers et de soldats. L'analyse statistique de la population et les élevages mettent en évidence l'existence de trois stades larvaires successifs : les larves du 1er stade, toutes semblables, au moins en appparence, donnent deux catégories de larves du 2e stade. Les plus grandes muent en grandes larves du 3e stade, qui sont à l'origine des grands ouvriers. Les plus petites produisent les petites larves du 3e stade. Celles-ci forment d'une part les petits ouvriers, d'autre part les petits soldats-blancs (qui muent en petits soldats). Certains petits ouvriers sont à l'origine des grands soldats-blancs et des grands soldats : on trouve en effet, dans le nid, des petits ouvriers à abdomen blanchâtre et légèrement distendu (caractère de sujets sur le point de muer), toujours en petit nombre. Ces individus, mis en élevage, ne tardent pas en effet à muer en grands soldats-blancs. Ces petits ouvriers futurs soldats montrent une chitinisation plus faible que les autres; leurs mandibules présentent des dents à relief aigu, identiques à celles des petits ouvriers qui viennent de sortir de leur mue larvaire; leur évolution est donc fixée au plus tard après la mue qui transforme la petite larve III en petit ouvrier; ces futurs grands soldats, bien que morphologiquement identiques aux petits ouvriers normaux, ne participent pas aux travaux de la colonie et ne sortent pas du nid.

Le schéma suivant résume le développement des neutres :

```
                                        petit soldat          grand soldat
                                             ↗                      ↗
                                        petit soldat-blanc    grand soldat-blanc
                                             ↗                      ↗
                       ↗ petite larve II  →  petite larve III  →  petit ouvrier
œuf  →  larve I  <
                       ↘ grande larve II  →  grande larve III  →  grand ouvrier
```

Si l'on met à part les genres *Acanthotermes* et *Pseudacanthotermes*, tous les *Macrotermitinæ* ont un développement qui se rattache sans peine à celui de *Bellicositermes natalensis*. Toutes les espèces que nous avons étudiées montraient deux catégories d'ouvriers, précédés de trois stades larvaires (le premier étant commun).

C'est pour les soldats que des différences peuvent être notées. Dans les genres possédant deux sortes de soldats (*Bellicositermes*, *Macrotermes*, *Ancistrotermes*), les origines respectives de ces deux catégories sont celles que nous venons d'étudier. Toutefois, chez *Ancistrotermes*, les petits ouvriers qui produisent les grands soldats paraissent déterminés plus tardivement, et sont d'abord des ouvriers actifs normaux; en effet, ceux que l'on trouve sur le point de muer en soldats-blancs ont des mandibules très chitinisées et nettement usées.

Dans les genres qui n'ont qu'une seule forme de soldats, celle-ci correspond suivant les cas au petit ou au grand soldat de *Bellicositermes*. Ainsi, chez

Odontotermes, les soldats dérivent des petits ouvriers et sont homologues des grands soldats de *Bellicositermes*; comme dans ce genre, les ouvriers futurs soldats sont déterminés précocement. Au contraire, chez *Microtermes* et *Sphærotermes*, les soldats sont issus de larves du 3e stade et correspondent donc aux petits soldats des *Bellicositermes*.

Ainsi, par l'existence chez les neutres de trois stades larvaires, par l'origine des soldats, les *Macrotermitinæ* forment un groupe homogène, s'opposant nettement aux autres *Termitidæ*.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Régénération postérieure chez* Magalia perarmata *Marion et Bobr.* (*Annélide Polychète Hésionide*). Note de M. **Marcel Abeloos**, présentée par M. Maurice Caullery.

Magalia perarmata, Hésionide commun parmi les tubes du Serpulide *Hydroïdes norvegica* (Gunn.) dans le Vieux Port de Marseille, mesure, à l'état adulte, environ 8mm et possède une trentaine de sétigères. A la température de 23°, la régénération de ce Polychète est extrêmement rapide. A tous les niveaux situés derrière la trompe, qui s'étend habituellement dans les 6 premiers sétigères, la régénération postérieure débute par la différenciation, 2 ou 3 jours après la section, du pygidium muni de deux urites. Le bourgeonnement de nouveaux segments sétigères s'effectue ensuite régulièrement, à raison d'un segment par jour au début. Cette régénération se produit aussi bien chez les individus bourrés de produits sexuels.

Quelle est la limite antérieure d'extension du pouvoir de régénération caudale? On distingue habituellement, dans la régénération des Annélides Polychètes et Oligochètes, une *région céphalique*, définie par des particularités anatomiques, qui est seule restituée, totalement ou partiellement, dans la régénération antérieure. La régénération postérieure ne serait possible qu'au delà de cette région céphalique. Chez les Syllidiens, d'après Yo K. Okada [1], la *région céphalique* coïnciderait avec la région de la trompe pharyngienne : les fragments antérieurs sectionnés au niveau de la trompe ne régénèrent jamais postérieurement.

Un fragment antérieur de *Magalia*, comprenant seulement 5 sétigères et contenant la trompe et un morceau d'intestin, régénère postérieurement. Il en est de même pour un fragment de 6 sétigères contenant seulement la trompe sans intestin. La différenciation du pygidium et des nouveaux sétigères peut s'effectuer, sur la face ventrale, avant même que la trompe sectionnée ne soit soudée à la paroi du corps. Ces fragments sans intestin reconstituent un tube digestif, peuvent s'alimenter, mais semblent incapables d'assimiler, faute de tissu endodermique.

---

(1) *Arch. f. Entw.-Mech. der Org.*, 115, 1929, p. 542.

Enfin, un fragment de l'extrémité antérieure du corps de *Magalia*, comprenant les 4 ou 5 premiers sétigères et ayant complètement expulsé la portion de trompe qu'il contenait, se montre capable de cicatriser, puis de régénérer un pygidium et plusieurs sétigères à parapodes normaux, dans un délai seulement un peu plus long que les fragments sectionnés au niveau de l'intestin. Ces fragments régénérés récupèrent un tube digestif, vraisemblablement purement ectodermique, dont la partie antérieure se différencie même en une trompe, mais dont la portion postérieure présente l'aspect du proctodæum des individus normaux, jamais celui de l'intestin.

Ainsi, chez *Magalia, la régénération d'une extrémité postérieure* (pygidium et zone de prolifération de segments) *est possible en l'absence de tissu endodermique et même en l'absence totale de tube digestif.* Une telle indépendance morphogénétique des tissus ecto- et mésodermiques à l'égard de l'endoderme a déjà été démontrée dans la régénération de la tête des Annélides. En ce qui concerne la régénération postérieure, mes expériences corroborent quelques rares observations : queue hétéromorphique sans tube digestif décrite par V. Janda [2] chez *Criodrilus* ; différenciation, lors de la stolonisation de certains Syllidiens, de deux moitiés de queue sans tube digestif, qui s'unissent secondairement après la séparation du stolon [1].

D'autre part, l'extension du pouvoir de régénération caudale de *Magalia* au niveau de la trompe indique que la *région céphalique* ne comprend pas dans cette espèce, toute la région de la trompe. C'est ce que confirme l'étude de la régénération antérieure, dont les résultats seront présentés ultérieurement.

BIOCHIMIE. — *L'origine du phosphore protéique du lait, étudiée au moyen du radiophosphore.* Note (*) de MM. **Henri Simonnet**, **Paul Bonet-Maury** et **Joseph Sternberg**, présentée par M. Robert Courrier.

La caséine est une phospho-protéine, dont l'élaboration exige un amino-acide phosphorylé, la phospho-sérine. En se limitant à l'origine du phosphore, les sources suivantes sont possibles : phosphates minéraux [1], phosphore lipoïdique [2], phospho-glucides [3] et nucléotides ou amino-acides phosphorylés. Les méthodes chimiques classiques se sont avérées insuffisantes pour trancher la question. Aten et Hevesy [4] ont étudié à l'aide du radiophosphore

---

[2] *Ibid.*, **114**, 1929, p. 587.

(*) Séance du 16 janvier 1950.

[1] W. Lintzell et J. Rechenberger, *Biochem. Ztschr.*, **304**, 1940, p. 214.

[2] E. B. Meigs, J. H. Blackwood et J. D. Stirling, *Phys. Rev.*, **2**, 1922, p. 204; *Biochem. J.*, **26**, 1932, p. 772.

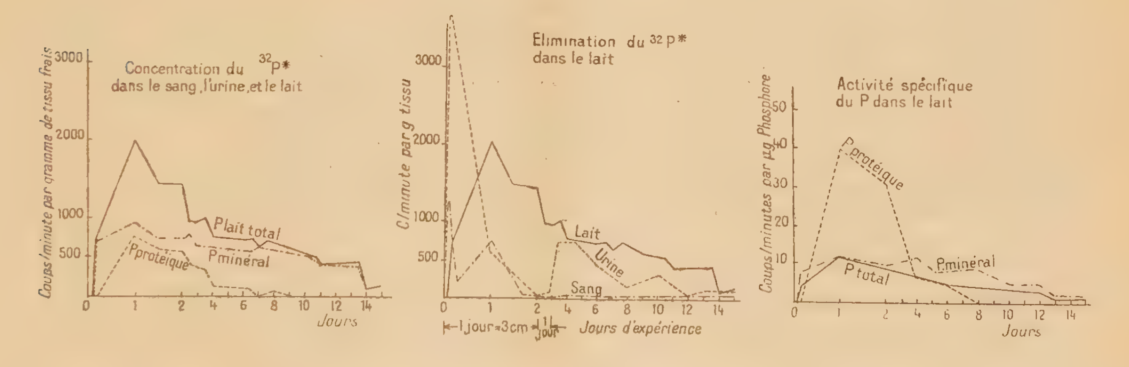
[3] E. P. Reinecke, M. B. Williamson et C. W. Turner, *J. Biol. Chem.*, **138**, 1941, p. 83.

[4] *Nature*, **142**, 1938, p. 111.

la formation du lait chez la Chèvre, en sacrifiant l'animal quatre heures après l'injection et en dosant l'activité de l'extrait lipidique des organes en même temps que celle du lait et du sang.

Nous nous sommes placés dans des conditions différentes. Une chèvre, âgée de 5 ans, pesant 50^{kg}, a été mise en lactation artificielle par implantation, six semaines avant l'expérience, de 250^{mg} de stilbœstrol. Elle reçoit en une seule injection sous-cutanée 4$^{cm^3}$ d'une solution de $^{32}PO_4Na_2H$ à 1 %, d'une activité de 32.10^6 cm. Des échantillons de lait sont prélevés deux fois par jour et des prises d'urine et de sang sont faites quotidiennement. On mesure pour chaque échantillon l'activité du rayonnement β de l'isotope au compteur Geiger-Muller et l'on dose par les techniques chimiques classiques, le P total, minéral, protéique et lipidique.

Le $^{32}_{15}P$ apparaît dans l'urine dès la première heure, le maximum est atteint vers la quatrième, l'élimination décroît ensuite rapidement et se maintient à un taux faible avec des fluctuations irrégulières, pour disparaître le 15e jour. L'activité du sang passe par deux maxima, 30 minutes et 24 heures après l'injection, et atteint le 2e jour un niveau très bas, mais constant. L'apparition du P marqué dans le lait est plus tardive (2e à 4e heure), le maximum est atteint au plus tard la 24e heure, la décroissance est ensuite régulière pendant les 15 jours de l'expérience.



L'analyse chimique des échantillons de lait montre que l'injection de radiophosphore ne modifie ni la composition du lait, ni la concentration en P de ses différentes fractions. Le dosage du $^{32}_{15}P^*$ dans les constituants du lait conduit aux constatations suivantes :

1° Le P marqué apparaît d'abord exclusivement dans les phosphates minéraux.

2° Le radiophosphore n'est décelable dans la caséine que dans la prise de 24 heures.

3° Le P lipoïdique s'est toujours montré dépourvu de radioactivité.

4° On ne décèle plus la présence du $^{32}_{15}P^*$ de la caséine à partir du 7e jour, alors que le lait total et le P minéral sont radioactifs jusqu'au 15e jour.

5° La quantité de ${}^{32}_{15}P^{\star}$ retrouvée dans la caséine représente 23 % du P marqué éliminé dans le lait.

Si l'on étudie le rapport du radiophosphore protéique au radiophosphore total éliminé, on constate qu'il est élevé les trois premiers jours et diminue ensuite rapidement, pour s'annuler vers le 7e ou 8e jour.

Le rapport ${}^{32}_{15}P^{\star}/\mu g P$ (activité spécifique) considéré dans les différentes fractions, montre une décroissance lente et régulière pour la fraction minérale et une décroissance rapide (3e jour) pour la fraction protéique.

Les résultats de notre expérience sont en accord avec ceux de Aten et Hevesy en ce qui concerne l'absence du ${}^{32}_{15}P^{\star}$ dans les phosphatides et son apparition rapide dans le P minéral. Quant à la présence un peu plus tardive du radiophosphore dans la caséine (4 à 5 heures au lieu de 0 à 2 heures), elle peut tenir à la différence de dose de ${}^{32}_{15}P^{\star}$ injecté, qui dans notre cas était probablement cent fois plus faible. Aten et Hevesy sont d'avis que la mamelle utilise, pour synthétiser la caséine, le P minéral fourni par le plasma sanguin. En outre, ils constatent une activité spécifique relativement élevée des phospholipides mammaires.

Conclusion. — 1° Dans les conditions de notre expérience, le ${}^{32}_{15}P^{\star}$ minéral n'intervient pas dans la formation du P lipidique du lait.

2° Par contre, le ${}^{32}_{15}P^{\star}$ minéral est utilisé dans la synthèse de la caséine. On peut être frappé par le fait que la mamelle continue à éliminer du ${}^{32}_{15}P^{\star}$ minéral, alors que la caséine n'en contient plus. Si le P minéral était directement intégré dans la molécule de sérine, on devrait constater une formation continue de caséine tant que le radiophosphore est éliminé dans le lait. Tout se passe comme si l'élément marqué apporté à la mamelle par le sang était intégré dans une substance intermédiaire, qui se formerait en quantité limitée et à partir de laquelle l'élaboration de la caséine se réaliserait. Cette substance préformatrice pourrait être un phospholipide (comme le soutiennent Meigs et Blackwood), et que les données de l'expérience d'Aten et Hevesy sur la forte activité spécifique relative des phospholipides mammaires laissent indiquer.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des narcotiques sur le métabolisme du cerveau.* Note de M. **Albert-Jean Rosenberg**, Mme **Leya Buchel**, Mlles **Nicole Etling** et **Jeanne Lévy**, transmise par M. Jacques Duclaux.

De nombreux auteurs, particulièrement Quastel et ses collaborateurs, ont étudié l'influence des narcotiques sur la consommation d'oxygène des coupes de cerveau en présence de glucose ou d'autres métabolites. Ils ont trouvé que l'absorption d'oxygène, dans l'appareil de Warburg, est fortement diminuée en présence de narcotiques. Michaelis et Quastel (1) pensent que l'inhibition

(1) *Biochem. J.*, 35, 1941, p. 518.

se porte sur un transporteur dans le système succinoxydase-cytochromoxydase. Nous avons repris cette étude, parce qu'il nous semblait que la seule mesure de l'absorption d'oxygène est insuffisante et qu'en établissant le bilan entre l'oxygène absorbé, le glucose consommé et l'acide lactique formé, nous pourrions obtenir plus de renseignements sur l'action des narcotiques.

On place les coupes du cortex cérébral de Rat dans la solution saline de Krebs glucosée, avec ou sans narcotique. Après avoir mesuré l'absorption d'oxygène dans les manomètres de Warburg, on dose, dans le contenu des fioles, le glucose (Hagedorn-Jensen), l'acide lactique (Lieb-Zachel ou par le dégagement de CO_2) et l'acide pyruvique (Jowett et Quastel). Vol. $3^{cm^3},0$; + $0^{cm^3},2$ KOH à 10 %; Gaz : O_2; T. 37°. Le broyat de cerveau est préparé dans le broyeur de Potter. Les narcotiques sont en contact avec le cerveau pendant 20 minutes avant l'expérience.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-joint.

I. — Coupes cerveau de Rat.

A. — *Aérobiose.*

	QO_2 1re heure.	Glucose consommé (γ/cm^3 milieu).	Acides : lactique formé par mg tissu sec.	Acides : pyruvique formé en 1 h. 30
Coupes cerveau normal	14,7	19,7	7,35	0,50
» + 0,3 mg/cm³ sonéryl	7,5	27,2	20,1	0,24
» + 1,5 mg/cm³ chloral	8,4	36,1	22,6	0,075
» normal (*)	11	25	10,3	0,50
» + 0,9 mg/cm³ gardénal	4,9	30,5	20,2	0,32
» + 0,6 mg/cm³ chlorétone	5,1	45,5	29,5	—

B. — *Anaérobiose.*

	QO_2 1re heure.	Glucose consommé	Acide lactique	Acide pyruvique
Coupes cerveau normal	1,1	31,2	22,3	0,087
» + 0,3 mg/cm³ sonéryl	0,7	36,7	24,3	0,09

II. — Broyat cerveau de rat.

Aérobiose.

	QO_2 1re heure.	Glucose consommé	Acide lactique	Acide pyruvique
Broyat cerveau normal	1,5	14,7	8,1	—
» + 0,3 mg/cm³ sonéryl	1,05	21	13	—

(*) Conditions expérimentales un peu différentes.

1° Pour obtenir une inhibition de 50 % de l'absorption d'oxygène, il faut, par centimètre cube de milieu, $1^{mg},5$ de chloral, $0^{mg},9$ de gardénal, $0^{mg},6$ de chlorétone et $0^{mg},3$ de sonéryl. Ces chiffres correspondent à des différences de l'activité physiologique des narcotiques.

Le fait important est que, malgré la diminution de l'absorption d'oxygène,

la consommation de glucose, en présence de narcotiques provoquant 50 % d'inhibition, augmente d'environ 50 %, en même temps qu'il se forme environ 180 % d'acide lactique de plus. Le surplus de glucose consommé se transforme en acide lactique. Quastel (2) et d'autres auteurs comme Fuhrman et Fields (3) n'ont vu dans l'influence des narcotiques sur le métabolisme du cerveau *in vitro*, que l'arrêt de l'oxydation. D'après nos résultats, sous l'influence de narcotique, la respiration est remplacée par la glycolyse. Cette interprétation est d'autant plus justifiée que les quantités de glucose consommé et d'acide lactique formé, en anaérobiose, sont identiques à celles qui sont trouvées en aérobiose et en présence de narcotiques. De plus, le narcotique, à la même concentration, n'influence aucunement la glycolyse.

D'autre part, les narcotiques favorisent aussi la disparition de l'acide pyruvique. Les mêmes résultats sont obtenus avec le broyat de cerveau.

En résumé, l'influence des narcotiques sur les coupes ou sur le broyat de cerveau se manifeste par une augmentation de la consommation du glucose, par une augmentation de la formation de l'acide lactique (4) et, simultanément, par une diminution de la respiration. L'action des narcotiques se traduit donc par l'apparition de la glycolyse. Ils se comportent comme des inhibiteurs de l'effet Pasteur.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les antipodes optiques de l'acide aspartique comme source d'azote et de carbone pour diverses bactéries* (1). Note de M. **Jacques Nicolle** et Mlle **Yvonne Joyeux**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Nous avons utilisé notre milieu synthétique habituel (2) dans lequel la source d'azote ou de carbone était constituée par l'un des antipodes optiques de l'acide aspartique.

1. Nous donnons ci-après un tableau résumant les résultats de nombreuses expériences réalisées chacune avec diverses souches de plusieurs espèces microbiennes. Étuve 37°C.

---

(2) *Trans. Far. Soc.*, 39, 1943, p. 348.

(3) *J. Pharm. Exp. Ther.*, 77, 1943, p. 392.

(4) Stone, *Bioch. J.*, 32, 1938, p. 1908. Stone a dosé, *in vivo*, moins d'acide lactique dans le cerveau de souris après l'injection de narcotique, que dans le cerveau normal. Nous discuterons ultérieurement ce résultat.

(1) Souches de l'Institut Pasteur de Paris.

(2) A. Lwoff, F. Nitti et Mme Tréfouël, *Ann. Inst. Pasteur*, 67, 1941, p. 177.

Espèces bactériennes.	Acide aspartique comme sources d'azote et de carbone — $l(-)$. Azote.	$l(-)$. Carbone.	$d(+)$. Azote.	$d(+)$. Carbone.	dl. Azote.	dl. Carbone.
1. Salmonella enteritidis (ex Typhi murium)	+24	+ 48	+ 72	—	+ 24	+ 48
2. E. Coli Monod	+24	+ 48	+144	—	+ 24	+ 48
3. Gärtner Hornus	+24	+120	24 x	—	+ 24	+120
4. Paratyphique B. Jourdan	+24	+120	+ 48	—	+ 24	+120
5. Pyocyanique MS mélanogène	0	+120	0	—	0	+120
6. Friedländer B	+24	+ 72	—	—	+ 24	+ 72
7. Subtilis Bromborough	+24	72 x	48 x	—	+ 24	72 x
8. Proteus. X. 19	+24	+ 72	—	—	24 x	+ 72
9. Morgan IF	—	—	—	—	—	—
10. Morgan I	—	—	—	—	—	—
11. Paratyphique A Rivoley	72 x	—	—	—	72 x	—
12. Eberth. H. 901. Lister	+24	+312	+ 24	—	+ 24	+312
13. Flexner. X	+48	192 x	—	—	+192	192 x
14. Shiga. 35	+24	+120	—	—	+ 24	+120

Nota. — + indique une croissance totale et le chiffre placé à droite, le nombre d'heures pour l'atteindre; — indique qu'il n'a pas été constaté de croissance; 0 indique qu'il n'y a pas eu d'expérience réalisée dans ce cas; x indique une croissance totale inférieure à celle du témoin.

L'antipode naturel est l'acide $l(-)$ aspartique.

1° L'acide $l(-)$ aspartique est utilisé comme source d'azote par 11 espèces sur 13, et comme source de carbone par 11 espèces sur 14.

2° L'acide $d(+)$ aspartique est utilisé comme source d'azote par 6 espèces sur 13; alors qu'il n'est utilisé par *aucune* des espèces envisagées comme source de carbone.

3° L'acide *dl* aspartique est utilisé comme source d'azote par 11 espèces sur 13, et comme source de carbone par 11 espèces sur 14.

2. Des études plus précises nous ont permis de tracer les courbes que nous donnons ci-dessous et qui montrent les variations de croissance par des mesures de densité optique effectuées au moyen de l'électrophotomètre de Meunier.

La souche utilisée était la *Salmonella enteritidis* (ex *Typhi murium*).

3. Étant donné que l'acide $d(+)$ aspartique n'est utilisé comme source de carbone par *aucune* des espèces envisagées alors, qu'il l'est par certaines comme source d'azote, nous avons voulu mettre en évidence la différence du mode d'action. Nous avons choisi comme exemple la *Salmonella enteritidis*. Au

moyen de l'appareil de Warburg, nous avons pu constater une décarboxylation de l'acide *l*(—), alors que l'acide *d*(+) n'en présente pas.

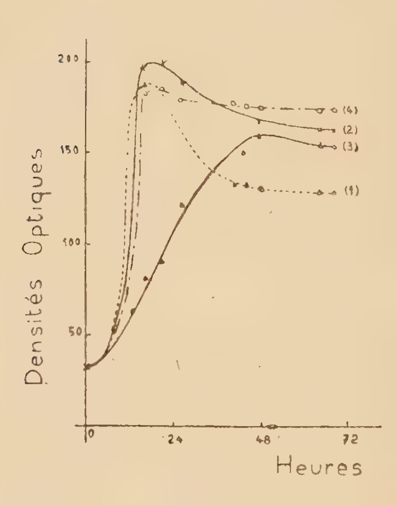


Fig. 1. — Sources d'azote.

(1), sulfate d'ammoniaque; (2), acide *l* (—) aspartique; (3), acide *d* (+) aspartique; (4), acide *dl* aspartique.

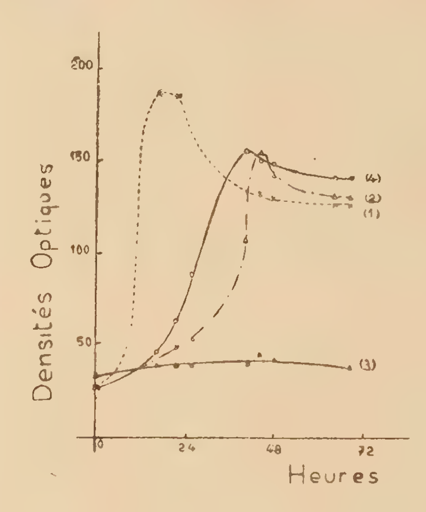


Fig. 2. — Sources de carbone.

(1), glucose; (2), acide *l* (—) aspartique; (3), acide *d* (+) aspartique; (4), acide *dl* aspartique.

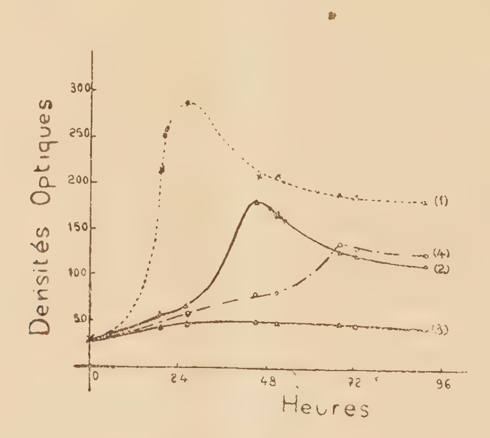


Fig. 3. — Sources d'azote et de carbone.

(1), sulfate d'ammoniaque; (2), acide *l*(—) aspartique; (3), acide *d*(+) aspartique; (4), acide *dl* aspartique.

Une étude générale du mécanisme de l'utilisation des antipodes de différents acides-aminés par certaines bactéries est actuellement en cours.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la constitution chimique de l'asiaticoside et notamment de l'acide asiatique.* II ([1]). *Sur quelques nouveaux dérivés de l'acide asiatique.* Note (*) de Mme **Judith Polonsky**, transmise par M. Jacques Duclaux.

L'acide asiatique résulte de l'hydrolyse de l'asiaticoside, substance cristallisée isolée de *Centella asiatica* Urban de Madagascar ([2]). Une Note antérieure ([1]) a été consacrée à l'étude des réactions des 3 hydroxyles de l'acide asiatique et à la préparation de quelques-uns de leurs dérivés. A la suite des résultats jusqu'ici obtenus, l'acide asiatique paraît être un acide triterpénique $C_{30}H_{48}O_5$ (I*a*) possédant, outre la fonction acide, 3 hydroxyles dont 2 sont situés sur des carbones voisins; la coloration, quoique très faible, obtenue par action du tétranitrométhane sur l'ester méthylique, a indiqué l'existence probable d'une double liaison.

La présente Note met en évidence la présence d'une double liaison inerte et décrit la préparation de l'aldéhyde et de l'alcool asiatique.

I. La présence d'une *double liaison* est démontrée par la préparation d'une *cétone* α, β *insaturée* (IV*a*). En effet, l'acide triacétyl-asiatique (I*c*) oxydé à froid, en solution benzène-acide acétique, par l'acide chromique, fournit une substance acide (IV*b*), bien cristallisée qui fond à 270-274° ([3]),

$$\alpha_D = +60^\circ,8 [(CHCl_3)\ c = 1,27].$$

P. M. par alcalimétrie : trouvé 633, calculé pour IV*b*-628. Une molécule nécessite pour sa saponification $2^{mol},78$ de KOH. Cette substance présente le spectre d'absorption caractéristique d'une cétone α, β insaturée de la série triterpénique ([4]) ($\lambda_{max}\ 250^{m\mu}\ \log.\varepsilon = 4,15$). $C_{36}H_{52}O_9$, calculé : C 68,76 %, H 8,33 %, trouvé : C 68,61 %, H 8,46 %.

L'ester méthylique (IV*c*) cristallisé fond à 258-264°. $\alpha_D = +54^\circ,9$ $[CHCl_3)\ c = 1,02]$. $C_{37}H_{54}O_9$, calculé %, C 69,12; H 8,48; OCH_3 4,82; trouvé %, C 68,79; H 9,02; OCH_3 5,12. Ce corps présente le même spectre d'absorption dans l'U. V. que la substance (IV*b*). Les corps (IV*b*) et (IV*c*) fournissent par saponification (IV*a*) et (IV*d*) amorphes. Analyse de (IV*d*), $C_{31}H_{48}O_6$, calculé %, C 72,05; H 9,36; trouvé %, C 71,66; H 9,19.

La double liaison de (I*b*) est très résistante à l'hydrogénation catalytique, même dans des conditions énergiques (PtO_2 d'Adams, 100^{atm}, 150°).

(*) Séance du 23 janvier 1950.

([1]) J. Polonsky, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1450.

([2]) P. Boiteau, A. Buzas, E. Lederer et J. Polonsky, *Nature*, 163, 1949, p. 258; *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 31, 1949, p. 46.

([3]) Tous les points de fusion de ce travail sont corrigés.

([4]) L. Ruzicka, Cl. Nisoli et O. Jeger, *Helv.*, 29, 1946, p. 2017.

II. *Aldéhyde asiatique* (II *a*). — L'acide triacétyl-asiatique (I*c*) est transformé en aldéhyde par la réaction de K.-W. Rosenmund ([5]). L'aldéhyde est isolé au moyen du réactif P de A. Girard et G. Sandulesco ([6]) et chromatographiée sur alumine neutralisée. On obtient l'aldéhyde triacétylée (II*b*) sous forme de beaux prismes F 165°. $a_D = + 38°,7$ [$(CHCl_3)\, c = 0,94$] $C_{36}H_{54}O_7$, calculé %, C 72,20; H 9,09; trouvé %, C 71,93, H 9,28. L'aldéhyde (II*b*) donne facilement une *semi-carbozone* (gros prismes F 216-220°) $C_{37}H_{57}O_7N_3$, calculé %, N 6,41; trouvé %, N 6,63.

La saponification de (II *b*) nécessite 3^{éq} de KOH et fournit l'*aldéhyde asiatique* (II *a*), F 218-220° $C_{30}H_{48}O_4$, calculé %, C 76,22; H 10,24; trouvé %, C 75,88; H 10,17. $\alpha_D = + 58°,00$ [$(CHCl_3)\, c = 1,05$].

$$C_{29}H_{44}\left\{\begin{array}{l} X \\ OR \\ OR \\ OR \end{array}\right. \begin{array}{ll} X{=}COOR_1 \quad (I) & \left\{\begin{array}{l} a : R{=}R_1{=}H, \\ b : R{=}H,\ R_1{=}CH_3, \\ c : R{=}COCH_3,\ R_1{=}H; \end{array}\right. \\ X{=}CHO \qquad (II) & \left\{\begin{array}{l} a : R{=}H, \\ b : R{=}COCH_3; \end{array}\right. \\ X{=}CH_2OR\ (III) & \left\{\begin{array}{l} a : R{=}H, \\ b : R{=}COCH_3; \end{array}\right. \end{array}$$

$$C_{26}H_{42}\left\{\begin{array}{l} COOR_1 \\ OR \\ OR \\ OR \\ \qquad\ \ | \\ -CO-C{=}C< \end{array}\right. \qquad (IV)\left\{\begin{array}{l} a : R_1{=}R{=}H, \\ b : R{=}COCH_3,\ R_1{=}H, \\ c : R{=}COCH_3,\ R_1{=}CH_3, \\ d : R{=}H,\ R_1{=}CH_3. \end{array}\right.$$

III. *Alcool asiatique* (*asiaticol*), III *a*. — On l'obtient par action de l'hydrure double d'Al et Li ([7]) soit en solution éthérée sur l'acide asiatique (I *a*) ou sur son ester (I *b*), soit même, en solution dans la N-éthylmorpholine, sur l'asiaticoside. Le produit de réaction est acétylé par l'anhydride acétique à chaud et chromatographié sur l'alumine neutralisée. On isole une substance neutre bien cristallisée. F 168-170° (III *b*), $\alpha_D = + 40°,32$ [$(CHCl_3)\, c = 1,40$], ne possédant pas de méthoxyle et nécessitant pour sa saponification 4 équivalents de KOH. $C_{38}H_{58}O_4$, calculé %, C 70,99; H 9,09; trouvé %, C 70,81, H 8,92.

L'asiaticol est ainsi caractérisé par son tétraacétate.

La saponification de III*b* fournit l'*asiaticol* (III*a*) qui, cristallisé dans l'acétate d'éthyle, fond à 195°, $\alpha_D = + 61°,2$ [$(CHCl_3)\, c = 1,14$] et cristallisé dans le benzène fond à 163°, $\alpha_D = + 53°,4$ [$(CHCl_3)\, c = 1,26$]. Les analyses

---

([5]) *Ber.*, 51, 1918, p. 585; 55, 1922, p. 609; 56, 1923, p. 1481.

([6]) *Helv. Chim. Acta*, 19, 1936, p. 1095; pour l'application à l'isolement d'aldéhyde, *voir* : E. Lederer et G. Nachmias, *Bull. Soc. Chim.*, 19, 1949, p. 400.

([7]) R.-F. Nystrom et V.-G. Brown, *J. Am. Chem. Soc.*, 69, 1947, p. 1197 et 2548.

élémentaires de l'asiaticol ont toujours donné des chiffres trop faibles en carbone, variant de 72,92 % à 74,27 % (au lieu de 75,90 % pour III*a*). Nous comptons revenir sur les raisons de ces écarts.

En résumé : L'obtention d'une cétone α, β insaturée par oxydation de l'acide triacétyl-asiatique par l'acide chromique prouve la présence d'une double liaison dans l'acide asiatique. La présence d'un carboxyle est confirmée par sa réduction en aldéhyde et alcool.

PHARMACOLOGIE. — *L'élimination du carbométhoxyle et de l'oxhydrile de la yohimbine modifie-t-elle les effets pharmacologiques essentiels de cet alcaloïde ?* Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La molécule de la yohimbine est constituée essentiellement par un squelette pentacyclique qu'on peut considérer comme le résultat de la copulation des groupements tétrahydrocarbazol et décahydroisoquinoline, accessoirement par un carbométhoxyle et un oxhydrile alcoolique fixés l'un et l'autre sur le noyau non azoté du groupement décahydroisoquinoline.

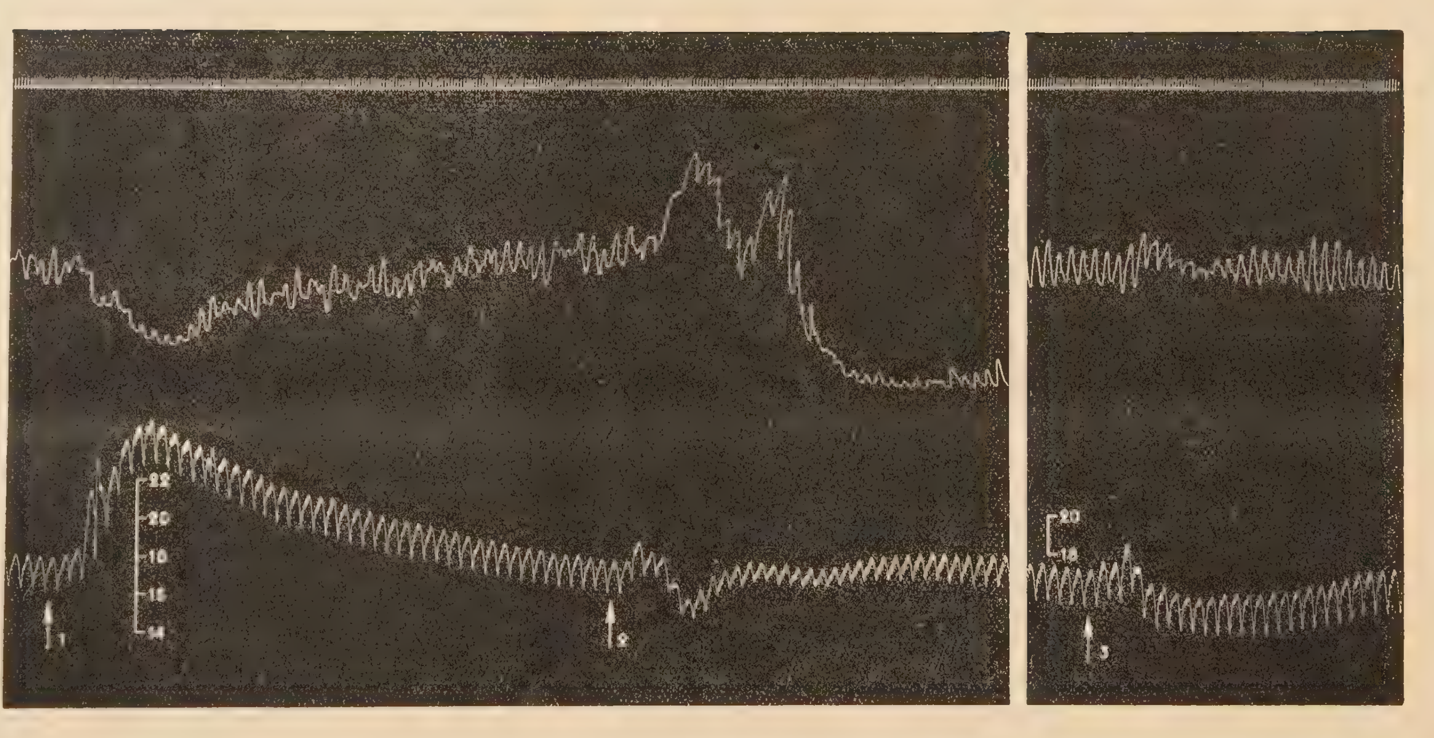
G. Barger et E. Field ([1]) ont réussi à éliminer le groupement oxhydrile et à préparer la déoxyyohimbine. Puis B. Witkop ([2]) a pu séparer de la yohimbine son groupement carbométhoxyle et obtenir le yohimbol. Mais ce n'est que tout récemment que J. Jost ([3]) a pu débarrasser le squelette de la yohimbine de ses deux substituants et réaliser ainsi le corps que F. Mendlik et J. P. Wibaut ([4]) avaient désigné d'avance sous le nom de yobine.

Le Professeur Schlittler ayant mis à notre disposition 500^{mg} de cette rare substance que son collaborateur Jost avait décrite sous la dénomination de Yohimbane, nous avons pu nous convaincre, par de nombreux essais sur le Chien, que ses effets physiologiques essentiels, et plus particulièrement son pouvoir sympathicolytique, diffèrent peu de ceux de la déoxyyohimbine et du yohimbol qui sont eux-mêmes très voisins de ceux de la yohimbine.

C'est ainsi que, dans un essai (*figure*) l'injection de 0^{mg},01 de bitartrate d'adrénaline avait initialement élevé la pression carotidienne de 179 à 252, soit 73^{mm} de Hg et provoqué une chute marquée du tonus de l'intestin en même temps qu'une inhibition totale du péristaltisme de cet organe.

Après l'injection de 4^{mg} de chlorhydrate de yobine (ou yohimbane) par kilogramme, la pression carotidienne s'éleva passagèrement de 177 à 185^{mm}, puis s'abaissa jusqu'à 156^{mm} et enfin remonta au voisinage de son niveau initial par

([1]) *Journ. of the chem. Soc.*, 1923, p. 1038.
([2]) *Liebig's Ann. d. Chemie*, 554, 1943, p. 83.
([3]) *Helvet. chim. Acta*, 32, 1949, p. 1297.
([4]) *Rev. des Trav. chim. des Pays-Bas*, 50, 1931, p. 91.



Expérience du 24 septembre 1949. — Chien de 8kg, anesthésié par le chloralose (12cg par kg), bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. 1re ligne, temps en secondes; 2e ligne : oncogramme; 3e ligne : tensiogramme carotidien. On a injecté dans la saphène, aux points marqués par les flèches 1 et 3, 0mg,001 de bitartrate d'adrénaline pure de Hoechst, au point marqué par la flèche 2, 32mg de chlorhydrate de yobine (yohimbane) dissous dans 16cm³ d'eau additionnée après cette dissolution de 128mg de chlorure de sodium. Tracé réduit de moitié.

des oscillations successives qui la firent passer à 175, 172, 180, 179 et finalement 172^{mm} de Hg. Sur l'intestin, on constata, dans une première phase, une forte action motrice se traduisant par deux hausses successives du tonus séparées l'une de l'autre par un retour de ce tonus à son niveau initial, dans une seconde phase une action inhibitrice se révélant par une forte chute du tonus et par un arrêt temporaire total du péristaltisme.

Quand l'animal eût été ainsi soumis à l'action de la yobine, on constata qu'à la suite de l'injection de la même dose d'adrénaline qu'au début de l'expérience, la pression carotidienne, après une hausse légère et très passagère qui l'éleva de 172 à 186^{mm}, s'abaissa à 158, soit à 14^{mm} au-dessous de son niveau initial, puis revint progressivement au voisinage de ce dernier. Sur l'intestin, on observa une nette augmentation du tonus, l'action inhibitrice de l'adrénaline ne se manifestant plus que par une réduction de l'amplitude des contractions intestinales. Ainsi donc, à la dose de 4^{mg} par kilogramme, la yobine a non seulement inversé l'action hypertensive d'une dose moyenne d'adrénaline, mais encore supprimé presque totalement ses effets intestino-inhibiteurs.

IMMUNOCHIMIE. — *Influence des polymères hydrosolubles sur la réaction de précipitation spécifique. Action des polyéthylène-glycols.* Note (*) de MM. **Eugène Neuzil**, **Jean Marquevielle** et **Francis Tayeau**, transmise par M. Henri Devaux.

Les polyéthylène-glycols, de formule générale

$$HO\,H_2C - (CH_2 - O - CH_2)_n - CH_2OH,$$

constituent une série de composés liquides ou cireux, dont les masses moléculaires s'échelonnent de 200 ($n = 3$) à 6000 ($n = 135$) [1]. Ces produits se dissolvent parfaitement dans l'eau pure et dans les solutions aqueuses faiblement salines; ils conviennent donc tout particulièrement pour étudier, dans la réaction de précipitation antigène-anticorps, l'influence éventuelle de molécules non spécifiques de dimensions variables.

Les polyéthylène-glycols de poids moléculaire inférieur à 2000, même à une concentration assez élevée (5 %), ne modifient pas la réaction de précipitation spécifique : la vitesse de floculation, le phénomène de zone et l'abondance du floculat demeurent identiques. Au contraire, le Carbowax 4000 et surtout le Carbowax 6000 augmentent notablement la vitesse de précipitation spéci-

(*) Séance du 23 janvier 1950.

(1) Les termes supérieurs des polyéthylène-glycols sont couramment désignés sous le nom de *Carbowax*, suivi d'un chiffre indiquant la valeur de leur poids moléculaire moyen.

fique ([2]). L'accélération obtenue est proportionnelle à la concentration en polymère, mais la réaction ne conserve ses caractères de spécificité stricte que si la teneur en polyéthylène-glycol n'excède pas 3 %. Pour cette dernière concentration, un sérum antidiphtérique de Cheval, par exemple, précipite l'anatoxine correspondante en 40 minutes, alors que le témoin, qui ne contient pas de polymère, ne flocule qu'en 110 minutes. Dans le même système, le coefficient d'accélération ([3]) amené par le Carbowax augmente progressivement lorsqu'on passe de la région d'excès d'antigène à la zone d'équivalence, puis à la région d'excès d'anticorps (β-titration de Ramon); ceci entraîne souvent un déplacement de la zone de primofloculation et, dans tous les cas, un élargissement considérable de la région d'équivalence aux dépens de la région d'excès d'anticorps.

Lorsqu'on utilise l'α-titration de Dean et Webb (immunsérum de Lapin), le déplacement et l'élargissement de la zone des proportions optima se font aux dépens de la région d'excès d'antigène; avec l'α et la β-titration, l'élargissement de la zone d'équivalence se fait donc aux dépens de la région la plus riche en protéines.

L'action accélérante du Carbowax 6000 se manifeste dans tous les systèmes précipitants que nous avons étudiés quels que soient l'origine zoologique de l'anticorps (immunsérum de Cheval ou de Lapin), son état de pureté (immunsérum total, fractions globuliniques purifiées) et l'antigène employé (anatoxines, ovalbumine, protéines sériques diverses).

Le Carbowax 6000 présente la même action qu'on l'introduise dans le mélange définitif avec l'antigène ou bien avec l'anticorps; l'accélération est, au contraire, bien moins marquée lorsqu'on ajoute le polymère dans le mélange antigène-anticorps préalablement effectué.

Si l'on garde une proportion relative d'antigène et d'anticorps définie et si l'on dilue artificiellement le système immunologique de manière à retarder la floculation du témoin, le coefficient d'accélération apporté par une concentration fixe de Carbowax demeure identique quelle que soit la dilution des agents spécifiques.

Le précipité spécifique est un peu plus abondant en présence du polymère, mais sa teneur en azote ne varie pas.

La perte de spécificité de la réaction antigène-anticorps, pour les concentrations élevées en Carbowax, doit être rattachée à la précipitation directe de certaines fractions protéidiques par le polymère ; ce sont les fractions globuli-

---

([2]) Nous avons obtenu des résultats très comparables avec un polymère d'oxyde d'éthylène de poids moléculaire 3000-3500, dont les chaînes sont terminées par un radical aromatique (Scurol R. P.).

([3]) Rapport du temps de floculation du mélange témoin au temps de floculation du mélange homologue contenant le polymère.

niques du sérum qui se montrent les plus sensibles. Nous avons pu établir, de plus, que le précipité obtenu dans un sérum antidiphtérique de Cheval en présence de fortes concentrations en Carbowax 6000 (10 %) contient la presque totalité des anticorps précipitants.

L'action des polyéthylène-glycols de haut poids moléculaire sur la vitesse de précipitation de l'antigène par l'anticorps met en évidence le rôle important joué par les forces d'attraction non spécifique au cours de la deuxième phase de la réaction de précipitation spécifique.

A 15h40m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h15m.

L. B.

ERRATA.

(*Comptes rendus* du 2 janvier 1950.)

Note présentée le 5 décembre 1949, de M. *Georges Valiron*, Sur les valeurs déficientes des fonctions méromorphes d'ordre nul :

Page 40, 31e ligne, *ajouter* $+ O(\log r)$ au second membre de (3).

» 41, 7e ligne, *au lieu de* dès que r est assez grand, *lire* pour des r indéfiniment croissants.

Page 41, 35e ligne et page 42, 2e ligne, *au lieu de* $O[W(r)]$, *lire* $o[W(r)]$.

» 42, 1re ligne, *au lieu de* $hW(r)$, *lire* $hT(r)$.

(*Comptes rendus* du 9 janvier 1950.)

Note présentée le même jour, de M. *Pierre Revirieux*, Manifestations de la couche E sporadique sur ondes métriques en 1949, et observation d'un souffle concomitant :

Page 200, 17e ligne, *au lieu de* on assistera, *lire* on assista.

» » 32e et 33e lignes, *au lieu de* les réceptions de stations sur 145 Mc/s, *lire* les réceptions de stations sur 50 Mc/s.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de janvier 1950.

Almanach des sciences 1950, publié sous la direction de René Sudre. Paris, Éditions de Flore, 1950; 1 vol. 20cm.

Collection : *Esprit et Méthode. Le déclin des absolus mathématico-logiques*, par Georges Bouligand et Jean Desgranges. Paris, Société d'édition d'enseignement supérieur. 1949; 1 vol. 19cm.

Collection de physique mathématique. Fasc. 5. *La mécanique ondulatoire des systèmes de corpuscules*, par Louis de Broglie. Deuxième édition. Paris, Gauthier-Villars, 1950; 1 vol. 25cm.

Union internationale des sciences biologiques. *Le rôle des anaérobies dans la nature*. IIe Congrès international des microbiologistes de langue française. Bruxelles, 23-27 mai 1949. Paris, Secrétariat de l'U. I. S. B., 1949; 1 vol. 24cm (présenté par M. L. Fage).

Faune de l'Empire français. XII. *Poissons de la Guyane française*, par Joseph Pujo. Paris, Office de la recherche scientifique Outre-Mer et Librairie Larose, 1949; 1 vol. 28cm (présenté par M. L. Fage).

Déformations terrestres. Considérations sur les variations de vitesse de la terre et sur quelques-unes des conséquences qui en découlent, par Robert Tournier. Paris, Société d'édition d'enseignement supérieur, 1948, 1 vol. 24cm (présenté par M. D. Cot).

Leçons de chimie organique. T. 1. *Chimie générale organique. Hydrocarbures*, par Charles Prévost. Paris, Société d'édition d'enseignement supérieur, 1949; 1 vol. 25cm,5.

Académie royale de Belgique. Classe des sciences. *Mémoires*. T. XXIV. Fasc. 3. Documents pour l'étude de la formation de liquides mucilagineux ou laticifères chez les végétaux et celle des rapports entre les liquides mucilagineux, résinifères et caoutchoutifères : *Les liquides laticifères et mucilagineux chez les moracées*, par Émile De Wildeman. Bruxelles, Palais des Académies, 1949; 1 vol. 25cm,5.

Institut de France, Académie des sciences. *Notices et Discours*. T. II, 1937-1948. Paris, Gauthier-Villars, 1949; 1 vol. 28cm.

Biologia generalis. T. XIX. Fasc. 1. *Reizfruchtung* (Samenbildung ohne Befruchtung), von Erich Tschermak-Seysenegg, Wien, 1949; 1 fasc. 23cm,5.

Publicaciones del Instituto de matematica y estadistica. Vol. I. *Sobre el fenomeno de la subresonancia para la ecuacion de Van Der Pol*, par Alfredo Rosenblatt. Montevideo, R. O. Del Uruguay, 1949; 1 fasc. 24cm,5.

Communications from the Kamerlingh Onnes Laboratory of the University of Leiden. Supplement no 96*a*. *The stopping power of a metal for alphaparticles*, by H. A. Kramers. Leiden, 1947; 1 fasc. 24cm.

(*à suivre*.)